

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-217643

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

H01Q 13/08  
H01Q 1/24  
H01Q 1/38  
H01Q 5/01  
H01Q 21/30

(21)Application number : 2000-027634

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 04.02.2000

(72)Inventor : NAGUMO SHOJI

KAWABATA KAZUYA

TSUBAKI NOBUHITO

ISHIHARA TAKASHI

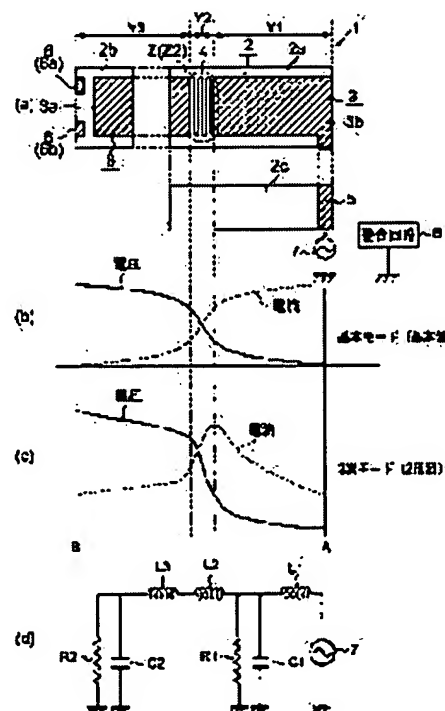
ONAKA KENGO

(54) SURFACE-MOUNTED TYPE ANTENNA AND COMMUNICATION DEVICE EQUIPPED WITH THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To expand the reference frequency difference between a basic mode and a higher mode and to facilitate the adjustment and setting of a resonance frequency.

SOLUTION: A series inductance component is added locally, by partially forming a meander type pattern 4 in a maximum resonance current area Z of the higher mode (secondary mode) of a feeding radiation electrode 3, and consequently the electrical length per unit length is made longer than any other area. Through this constitution, the resonance frequency difference between the basic mode and higher mode can be controlled and varied substantially. The value of the series inductance component varies with the number and interval of lines of the meandering type pattern 4 and the resonance frequency of the secondary mode can be varied, independently of the resonance frequency of the basic mode. The surface-mounted



type antenna 1, having multiband- adaptive frequency characteristics meeting the needs can efficiently be designed, without big design alterations.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3503556

[Date of registration] 19.12.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Have a dielectric base and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side, and the path of a current of flowing between the end side of said feed radiation electrode and an other end side is met. The short field of the electric length of the hit by unit length, The surface mount mold antenna characterized by establishing the long field of electric length in the serial by turns.

[Claim 2] Have a dielectric base and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, and a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side. The maximum resonance current field of the basic mode containing the maximum current section from which it is on the path of the current which flows between the end side of said feed radiation electrode, and an other end side, and the resonance current of a basic mode serves as extremal value, The surface mount mold antenna characterized by adding the serial inductance component locally to both maximum resonance current both [ one side or ] of the higher mode containing the maximum current section from which the resonance current of the higher mode serves as extremal value.

[Claim 3] A serial inductance component is a surface mount mold antenna according to claim 2 characterized by being the pattern of the shape of MIANDA formed in the feed radiation electrode.

[Claim 4] A serial inductance component is a surface mount mold antenna according to claim 3 characterized by narrowing MIANDA-like line spacing and increasing the capacity between the line.

[Claim 5] Have a dielectric base and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, and a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side. The maximum resonance current field of the basic mode which contains the maximum current section from which the resonance current of a basic mode serves as extremal value in accordance with the path of a current of flowing between the end side of said feed radiation electrode, and an other end side, The surface mount mold antenna characterized by adding the juxtaposition capacity component to the location of one side with the maximum resonance current field of the higher mode containing the maximum current section from which the resonance current of the higher mode serves as extremal value, or both locally as an equivalent serial inductance component.

[Claim 6] Have a dielectric base and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, and a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side. The helical pattern which is missing from an other end side and follows said feed radiation electrode from an end side is formed. The maximum resonance current field of the basic mode containing the maximum current section from which it is on the path of the current which flows between the end side of said feed radiation electrode, and an other end side, and the resonance current of a basic mode serves as extremal value, The surface mount mold antenna characterized by adding the serial inductance component by

which helical line spacing was narrowed locally to both maximum resonance current both [ one side or ] of the higher mode containing the maximum current section from which the resonance current of the higher mode serves as extremal value.

[Claim 7] Have a dielectric base and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, and a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side. The maximum resonance current field of the basic mode containing the maximum current section from which it is on the path of the current which flows between the end side of said feed radiation electrode, and an other end side, and the resonance current of a basic mode serves as extremal value, The adult dielectric for equivalent serial inductance addition rather than other parts in the location of the dielectric base of one side with the maximum resonance current field of the higher mode containing the maximum current section from which the resonance current of the higher mode serves as extremal value, or both as a serial inductance component [ a dielectric constant ] The surface mount mold antenna characterized by being prepared locally.

[Claim 8] the surface mount mold antenna of any one publication of claim 2 to which it be on the path of the current which flow between the end side of a feed radiation electrode , and an other end side , and a dielectric constant be characterize by prepare locally the adult dielectric for equivalent serial inductance addition as a serial inductance component rather than other parts in the location of the dielectric base of one side of the maximum resonance current field of a basic mode , and the maximum resonance current field of the higher mode , or both thru/or claim 6 .

[Claim 9] Electric merit's long field in a feed radiation electrode is the surface mount mold antenna according to claim 1 characterized by adding locally the serial inductance component of any one publication of claim 3 thru/or claim 7, and electric merit being long.

[Claim 10] It is the surface mount mold antenna of any one publication of claim 1 characterized by to prepare the non-supplied electric power radiation electrode other than a feed radiation electrode in a dielectric base, to accomplish a non-supplied electric power radiation electrode with the resonance wave in the one or more modes in the basic mode of said feed radiation electrode, and the higher mode, and the configuration which double-resonates, and to attain broadband-ization of the mode wave which double-resonates thru/or claim 9.

[Claim 11] A non-supplied electric power radiation electrode is the surface mount mold antenna according to claim 10 characterized by establishing the short field of the electric length of the hit by unit length, and the long field of electric length in the serial in order in accordance with a current path.

[Claim 12] The surface mount mold antenna according to claim 10 characterized by adding locally the serial inductance component of any one publication of claim 2 thru/or claim 6 to both the maximum field of the double resonance mode current which double-resonates for the current path of a non-supplied electric power radiation electrode at the basic mode of a feed radiation electrode, and maximum both [ one side or ] of the double resonance mode current which double-resonates to the higher mode of a feed radiation electrode.

[Claim 13] The surface mount mold antenna according to claim 10 or 12 with which a dielectric constant is characterized by preparing locally the adult dielectric for equivalent serial inductance addition rather than other parts in the location of one of the maximum field of the double resonance mode current which double-resonates to the basic mode of a feed radiation electrode, and the maximum fields of the double resonance mode current which double-resonates to the higher mode of a feed radiation electrode, or both in the dielectric base field by the side of a non-supplied electric power radiation electrode.

[Claim 14] The direction of a vector of the flow of the current of a feed radiation electrode and the direction of a vector of the flow of the current of a non-supplied electric power radiation electrode are the surface mount mold antenna of any one publication of claim 10 characterized by accomplishing with the abbreviation rectangular cross direction thru/or claim 13.

[Claim 15] The communication device characterized by equipping the surface mount mold antenna of any one publication of claim 1 thru/or claim 14.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to communication devices, such as pocket mold telephone equipped with the surface mount mold antenna which can transmit and receive the signal (electric wave) of a different frequency band, and its antenna.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the thing of-izing corresponding to the multi-band which can respond to two or more applications is demanded in commercial scene at one terminal like GSM (Global System for Mobile communication systems), and DCS (Digital Cellular system), PDC (Personal Digital Cellular telecommunication system) and PHS (Personal Handyphone System). The multifrequency antenna is proposed by JP,11-214917,A as an example of the surface mount mold antenna which can transmit and receive the signal of a different frequency band for meeting the demand.

[0003] the conductor which a dielectric 105 is arranged on an earth plate 101, and has a notch 106 on the top face of this dielectric 105 as this antenna is shown in drawing 22 (a) -- a plate 102 is formed. and the feed signal supplied through a feeder 104 -- a conductor -- the current of a basic mode flows from a shorting-bar 103 side in the path of L1 towards an opposite hand to a plate 102, and the current of the higher mode (this example 3rd mode) flows in the path of L3. Thereby, this antenna transmits and receives using two frequencies of the resonance frequency f1 by the basic mode, and the resonance frequency f3 of the higher mode, as shown in the frequency characteristics of this drawing (b).

[0004] In addition, on these descriptions, what describes as a basic mode what has the minimum resonance frequency among two or more resonance modes defined beforehand, and has resonance frequency higher than it is described as the higher mode. Furthermore, it may distinguish and state also in the higher mode like the secondary mode, the 3rd mode, and ... sequentially from what has low resonance frequency.

[0005] a common conductor like the above-mentioned example of a proposal -- when passing the current of a basic mode and the higher mode towards an other end side from the end side on a plate 102, the difference of the resonance frequency in each mode becomes settled according to the path length difference of the flow of a current. general -- a conductor -- the distance from the end side of a plate 102 to an other end side -- criteria [ basic mode ] -- carrying out -- about [ of the effective wavelength  $\lambda$  of this basic mode ] -- it is set as one fourth of die length (a basic mode resonates with the setting-out resonance frequency of this basic mode by this setting-out length). From this, in order to resonate the higher mode with the resonance frequency of setting out, a difference must be given to the current path length of a basic mode. About this point, by forming a notch 106, the current path L3 of the higher mode is changed, and adjustment setting out of the resonance frequency f3 of the higher mode is carried out in the point that the current of the higher mode serves as max, in the example of a proposal by lengthening the die length of the current path L3 by this change.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] the above-mentioned example of a proposal -- setting -- a common conductor -- since the signal of a basic mode and the higher mode is resonated using a plate 102 -- a basic mode and the higher mode -- respectively -- the conductor according to individual -- compared with the case where it resonates using a plate, the miniaturization of an antenna is possible. however, the tooth space in which the notch 106 is formed since the above-mentioned example of a proposal is the thing of a configuration of forming a notch 106 -- a conductor -- it must secure on a plate 102 and it is thought that trouble is caused to the miniaturization of an antenna.

[0007] Moreover, since the example of a proposal is a method which is made to bypass a notch 106 and increases the current path of the higher mode, its extent of change of the current alternate route corresponding to change (configuration change of a notch 106) of the boundary length of a notch 106 is small. Therefore, it is thought that adjustment setting out of the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode cannot be carried out broadly.

[0008] Furthermore, it is thought that it is not easy to adjust the boundary length (configuration) of a notch 106 and to control the resonance frequency of the higher mode to accuracy, and it is difficult to manufacture an antenna with high quality and reliability efficiently, and to offer it cheaply.

[0009] The object can attain the miniaturization of equipment, moreover can turn adjustment setting out of the resonance-frequency difference of a basic mode and the higher mode up broadly, makes it possible to control with a precision sufficient in the setting-out frequency of a request of each resonance frequency of a basic mode and the higher mode both, and accomplishing this invention in view of the above-mentioned situation, is to offer efficiently the communication device equipped with a surface mount mold antenna with high quality and dependability, and its antenna cheaply.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, this invention is taken as a means to solve said technical problem with the configuration shown below. Namely, the surface mount mold antenna of the 1st invention Have a dielectric base and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side, and the path of a current of flowing between the end side of said feed radiation electrode and an other end side is met. The short field of the electric length of the hit by unit length, It is considering as a means by which electric merit's long field solves said technical problem with the configuration prepared in the serial by turns.

[0011] The surface mount mold antenna of the 2nd invention has a dielectric base, and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, and a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side. The maximum resonance current field of the basic mode containing the maximum current section from which it is on the path of the current which flows between the end side of said feed radiation electrode, and an other end side, and the resonance current of a basic mode serves as extremal value, It is considering as a means to solve said technical problem with the configuration in which the serial inductance component is locally added to both maximum resonance current both [ one side or ] of the higher mode containing the maximum current section from which the resonance current of the higher mode serves as extremal value.

[0012] The surface mount mold antenna of the 3rd invention is equipped with the configuration of invention of the above 2nd, and it constitutes as a description that a serial inductance component is the pattern of the shape of MIANDA formed in the feed radiation electrode.

[0013] The serial inductance component is constituted considering the surface mount mold antenna of the 4th invention being equipped with the configuration of invention of the above 3rd, MIANDA-like line spacing being narrowed, and the capacity between the line being increased as a description.

[0014] The surface mount mold antenna of the 5th invention has a dielectric base, and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, and a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side. The maximum resonance current field of the basic mode which contains

the maximum current section from which the resonance current of a basic mode serves as extremal value in accordance with the path of a current of flowing between the end side of said feed radiation electrode, and an other end side, It constitutes as a description that the juxtaposition capacity component is locally added to the location of one side with the maximum resonance current field of the higher mode containing the maximum current section from which the resonance current of the higher mode serves as extremal value, or both as an equivalent serial inductance component.

[0015] The surface mount mold antenna of the 6th invention has a dielectric base, and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, and a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side. The helical pattern which is missing from an other end side and follows said feed radiation electrode from an end side is formed. The maximum resonance current field of the basic mode containing the maximum current section from which it is on the path of the current which flows between the end side of said feed radiation electrode, and an other end side, and the resonance current of a basic mode serves as extremal value, It constitutes as a description that the serial inductance component by which helical line spacing was narrowed locally is added to both maximum resonance current both [ one side or ] of the higher mode containing the maximum current section from which the resonance current of the higher mode serves as extremal value.

[0016] The surface mount mold antenna of the 7th invention has a dielectric base, and a feed radiation electrode is formed in the top face which counters the mounting base of this dielectric base. An open end is prepared in the end side of this feed radiation electrode, and a feed terminal or a grand jumper is prepared in an other end side. The maximum resonance current field of the basic mode containing the maximum current section from which it is on the path of the current which flows between the end side of said feed radiation electrode, and an other end side, and the resonance current of a basic mode serves as extremal value, The adult dielectric for equivalent serial inductance addition rather than other parts in the location of the dielectric base of one side with the maximum resonance current field of the higher mode containing the maximum current section from which the resonance current of the higher mode serves as extremal value, or both as a serial inductance component [ a dielectric constant ] It constitutes being prepared locally as a description.

[0017] The surface mount mold antenna of the 8th invention is equipped with the configuration of any one invention of the above 2nd - the 6th invention. It is on the path of the current which flows between the end side of a feed radiation electrode, and an other end side. The dielectric constant is constituted from other parts by the location of the dielectric base of one side of the maximum resonance current field of a basic mode, and the maximum resonance current field of the higher mode, or both considering the adult dielectric for equivalent serial inductance addition being locally prepared as a serial inductance component as a description.

[0018] The surface mount mold antenna of the 9th invention is equipped with the configuration of said 1st invention, the serial inductance component from which electric merit's long field in a feed radiation electrode constitutes any one invention of the above 3rd - the 7th invention is added locally, and electric merit is constituted considering being long as a description.

[0019] The surface mount mold antenna of the 10th invention is equipped with the configuration of any one invention of the above 1st - the 9th invention. The non-supplied electric power radiation electrode other than a feed radiation electrode is prepared in a dielectric base, and a non-supplied electric power radiation electrode is accomplished with the resonance wave in the one or more modes in the basic mode of said feed radiation electrode, and the higher mode, and the configuration which double-resonates. It constitutes as a description that broadband-ization of the mode wave which double-resonates is attained.

[0020] The surface mount mold antenna of the 11th invention is equipped with the configuration of invention of the above 10th, and the non-supplied electric power radiation electrode is constituted in accordance with the current path considering the short field of the electric merit of the hit by unit length and electric merit's long field being established in the serial in order as a description.

[0021] The surface mount mold antenna of the 12th invention is equipped with the configuration of invention of the above 10th. For the current path of a non-supplied electric power radiation electrode To



the basic mode of a feed radiation electrode It is characterized by adding locally the serial inductance component which constitutes any one invention of the above 2nd - the 6th invention to both the maximum field of the double resonance mode current which double-resonates, and maximum both [ one side or ] of the double resonance mode current which double-resonates to the higher mode of a feed radiation electrode. It is constituted.

[0022] The surface mount mold antenna of the 13th invention is equipped with the configuration of the above 10th or the 12th invention. In the dielectric base field by the side of a non-supplied electric power radiation electrode To the basic mode of a feed radiation electrode A dielectric constant is characterized by preparing locally the adult dielectric for equivalent serial inductance addition rather than other parts in the location of one of the maximum field of the double resonance mode current which double-resonates, and the maximum fields of the double resonance mode current which double-resonates to the higher mode of a feed radiation electrode, or both. It is constituted.

[0023] The surface mount mold antenna of the 14th invention is equipped with the configuration of any one invention of the above 10th - the 13th invention, and the direction of a vector of the flow of the current of a feed radiation electrode and the direction of a vector of the flow of the current of a non-supplied electric power radiation electrode are constituted considering having accomplished with the abbreviation rectangular cross direction as a description.

[0024] The communication device of the 15th invention is constituted considering the surface mount mold antenna of any one invention of the above 1st - the 14th invention being equipped as a description.

[0025] In invention of the above-mentioned configuration, on the path of the current in a feed radiation electrode, the pattern of the shape for example, of MIANDA is formed in both the maximum resonance current field of a basic mode, and maximum resonance current both [ one side or ] of the higher mode, a serial inductance component is added locally and the electric merit per unit is longer than other fields.

This accomplishes a feed radiation electrode with the configuration that the long field of the electric length of the hit by unit length and the short field of electric length are established in the serial by turns.

[0026] As mentioned above, the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode can be changed by adding a serial inductance component to the maximum resonance current field of one side of a basic mode and the higher mode, or both locally, and lengthening electric merit. Moreover, moreover in independent, the resonance frequency in the mode in which the serial inductance component is added to the maximum resonance current field can be easily changed with other modes by changing the magnitude of the serial inductance component locally. Moreover, since the range in which modification adjustment of the resonance frequency by modification of the serial inductance component is possible is wide, it can carry out adjustment setting out of the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode broadly. It becomes possible from the above-mentioned thing to offer easily the surface mount mold antenna which has the frequency characteristics suitable for needs called the formation of a multi-band of a terminal efficiently, and the degree of freedom of an antenna improves. Moreover, low cost-ization of a surface mount mold antenna can be attained and the quality and dependability of a surface mount mold antenna can also be raised.

[0027] Furthermore, since it can form without increasing most area of a feed radiation electrode, as for a MIANDA-like pattern etc. in order to add the above-mentioned serial inductance component, the miniaturization of a surface mount mold antenna can be attained.

[0028]

[Embodiment of the Invention] Below, the example of an operation gestalt concerning this invention is explained based on a drawing.

[0029] The surface mount mold antenna of the 1st example of an operation gestalt is typically shown in drawing 1 (a). The surface mount mold antenna 1 of this 1st example of an operation gestalt is the thing of the dual band type which can transmit and receive the signal of two frequency bands, a basic mode and the higher mode (this 1st example of an operation gestalt secondary mode), and is an antenna of direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds of non-grand mounting. Feed radiation electrode 3 grade is formed on the front face of the rectangular parallelepiped-like dielectric base 2, and this surface mount

mold antenna 1 changes. In addition, in drawing 1 (a), each surface type voice of top-face 2a of the above-mentioned dielectric base 2, and side-face 2b and 2c is illustrated in the state of expansion.

[0030] As shown in this drawing 1 (a), it hangs on side-face 2b from top-face 2a of the above-mentioned dielectric base 2, the feed radiation electrode 3 is formed in band-like, and the pattern 4 of the shape of characteristic MIANDA is locally formed in this feed radiation electrode 3 in this 1st example of an operation gestalt. Left end 3a of drawing of this feed radiation electrode 3 accomplishes with an open end, and free passage connection of the feed terminal 5 is made at the right end 3b side. Expanding formation is carried out at side-face 2c from the right end 3b side of the above-mentioned feed radiation electrode 3, and this feed terminal 5 turns to a base side further.

[0031] Moreover, the fixed earth electrode 6 (6a, 6b) which counters open end 3a of the above-mentioned feed radiation electrode 3 through spacing is formed in side-face 2b of said dielectric base 2.

[0032] The above surface mount mold antennas 1 are mounted in the circuit board of a communication device by using as a mounting base the base (not shown) which counters top-face 2a of the dielectric base 2. In addition, since this surface mount mold antenna 1 is a non-grand mounting mold, it will be mounted in the non-grand field formed in the circuit board of a communication device.

[0033] The signal supply source 7 and the matching circuit 8 are formed in the circuit board of a communication device, and flow connection of the feed terminal 5 of the surface mount mold antenna 1 will be made through the above-mentioned matching circuit 8 by mounting the surface mount mold antenna 1 in the circuit board at the signal supply source 7. In addition, although the above-mentioned matching circuit 8 was included in the circuit board of a communication device, it is also possible to form in the front face of the dielectric base 2 as some electrode patterns.

[0034] If a signal is supplied to the feed terminal 5 through a matching circuit 8 from the above-mentioned signal supply source 7 in the condition that the surface mount mold antenna 1 is mounted in the circuit board as mentioned above, the signal will be directly supplied to the feed radiation electrode 3 from the feed terminal 5. By this signal supply, a current flows towards open end 3a through the MIANDA-like pattern 4 from right end 3b of the feed radiation electrode 3. The feed radiation electrode 3 resonates by this, and transmission and reception of a signal are performed.

[0035] By the way, distribution of voltage is shown to drawing 2 for the general current distribution of the feed radiation electrode 3 by the continuous line for every mode with the dotted line again, respectively. In this drawing 2, A edge side corresponds to the edge side by the side of signal supply of the feed radiation electrode 3 (the surface mount mold antenna 1 of drawing 1 the right end 3b side of the feed radiation electrode 3), and B edge side supports the other-end section side (the surface mount mold antenna 1 of drawing 1 the open end 3a side of the feed radiation electrode 3) of the feed radiation electrode 3.

[0036] As shown in this drawing 2, it has the current distribution and distribution of voltage of a proper for every mode, respectively. For example, the maximum resonance current field Z containing the maximum current section I<sub>max</sub> from which the resonance current of a basic mode serves as extremal value (Z1) is in the right end 3b side of the feed radiation electrode 3. The maximum resonance current field Z containing the maximum current section I<sub>max</sub> from which the resonance current in the secondary mode which is the higher mode serves as extremal value (Z2) is located in the part to which the maximum resonance current fields Z in each mode [ in / so that it may say that it is in a center section mostly / the feed radiation electrode 3 ] of the feed radiation electrode 3 differ mutually.

[0037] on the other hand, this invention person has a basic mode and the higher mode (secondary mode and 3rd mode) -- it is -- to both maximum resonance current fields Z If an inductance component is locally added to a serial along the energization direction of a current and the electric merit of the hit by the unit length of the above-mentioned maximum resonance current field Z is made longer than other fields The current distribution and distribution of voltage in the mode in which the serial inductance component was added changed a lot, the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode changed a lot, and it noted that it was possible to control it.

[0038] From this, in this 1st example of an operation gestalt, the MIANDA-like pattern 4 was selectively formed in the maximum resonance current field Z in the secondary mode in the feed

radiation electrode 3 (Z2), and it considered as the configuration which gives a serial inductance component locally to the maximum resonance current field Z in the secondary mode with the pattern 4 of the shape of this MIANDA. In this 1st example of an operation gestalt, by this the above-mentioned maximum resonance current field Z of the feed radiation electrode 3 (Z2) The electric merit of the hit by unit length will become long rather than other fields of the feed radiation electrode 3, and the feed radiation electrode 3 is accomplished sequentially from a signal supply side (feed terminal 5 side) with the configuration that the long field Y1 of electric length, electric merit's short field Y2, and electric merit's long field Y3 were established in the serial. In addition, the equal circuit of the above-mentioned feed radiation electrode 3 is shown in drawing 1 (d). L1 shown in this drawing 1 (d) expresses the inductance component in the above-mentioned electric merit's short field Y1, L2 expresses the serial inductance component locally added with the MIANDA pattern 4 of the above, and this serial inductance component L2 is larger than the above-mentioned inductance component L1. Moreover, L3 expresses the inductance component in the above-mentioned electric merit's short field Y3, and this inductance component L3 is smaller than the above-mentioned serial inductance component L2. Moreover, C1 and C2 express the capacity between the feed radiation electrode 3 and a gland, respectively, and R1 and R2 express the flow resistance component in the feed radiation electrode 3, respectively.

[0039] By forming the MIANDA-like pattern 4 in the maximum resonance current field Z in the secondary mode in the feed radiation electrode 3 selectively as mentioned above, as shown in drawing 1 (c), the current distribution and distribution of voltage in the secondary mode were changing a lot, and became possible [ changing the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode, and controlling it ]. In addition, the current distribution and distribution of voltage of a basic mode at the time of forming the MIANDA pattern 4 of the above in the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) are shown in drawing 1 (b). As shown in this drawing 1 (b), even if it forms the MIANDA-like pattern 4 in the maximum resonance current field Z in the above-mentioned secondary mode, the pattern 4 of the shape of that MIANDA does not have big effect on the current distribution and distribution of voltage of a basic mode.

[0040] Moreover, modification setting out only of the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode can be mostly carried out easily in independent by changing the serial inductance component by the MIANDA pattern 4 of the above, without changing the resonance frequency  $f_1$  of a basic mode. This is checked by experiment of this invention person.

[0041] Adjustable [ of the magnitude of the inductance component of the MIANDA-like pattern 4 ] was carried out to the experiment by carrying out adjustable [ of the number of the MIANDA line of the MIANDA pattern 4 of the above ], and this investigated how each resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  in a basic mode and the secondary mode would change. This experimental result is shown in drawing 3 (a) and (b). The resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode is changing in the direction which becomes low a lot as the MIANDA line number of the MIANDA-like pattern 4 increases and the inductance component of the MIANDA-like pattern 4 becomes large so that clearly also from this experimental result. The resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode is changing in the direction which becomes high as the inductance component of the MIANDA-like pattern 4 will become small, if it puts in another way.

[0042] On the other hand, the resonance frequency  $f_1$  of a basic mode is hardly changing irrespective of the change in the MIANDA line number of the MIANDA pattern 4 of the above (change in an inductance component).

[0043] As shown also in the above-mentioned experimental result, it considers as the configuration which forms the MIANDA-like pattern 4 in the maximum resonance current field Z in the secondary mode in the feed radiation electrode 3 (Z2) selectively, and adds a serial inductance component locally. By carrying out adjustable control of the magnitude of the inductance component of the pattern 4 of the shape of the MIANDA, adjustable setting out only of the resonance frequency  $f_2$  of the higher mode (secondary mode) can be carried out, without changing the resonance frequency  $f_1$  of a basic mode.

[0044] in addition -- although the inductance component of the MIANDA-like pattern 4 can be changed

by making a MIANDA line number fluctuate as mentioned above -- other than this -- being also alike -- the MIANDA pitch  $d$  of the pattern 4 of the shape of MIANDA as shown in drawing 4 -- \*\*\*\* -- \*\*\*\* -- the capacity which is things and is produced between MIANDA lines can be changed, and the inductance component of the MIANDA-like pattern 4 can also be made to fluctuate Moreover, changing the thinness of the MIANDA line of the MIANDA-like pattern 4 can also change the inductance component of the MIANDA-like pattern 4.

[0045] In this 1st example of an operation gestalt, since the surface mount mold antenna 1 is formed as mentioned above, in the design stage of the surface mount mold antenna 1, resonance frequency of a basic mode can be made into the frequency of setting out by setting the die length from right end 3b to open end 3a of drawing 1 of the feed radiation electrode 3 as the die length of the abbreviation  $1/4$  of the effective wavelength  $\lambda$  in a basic mode. Moreover, about the secondary mode, so that the resonance frequency in the secondary mode may turn into a frequency of setting out The magnitude of the serial inductance component of the pattern 4 of the shape of MIANDA currently formed in the maximum resonance current field  $Z$  in the secondary mode ( $Z_2$ ) is set up. By designing the MIANDA line number of the MIANDA pattern 4 of the above, and the MIANDA pitch  $d$  based on this setting out, it can consider as the resonance frequency of setting out also in the resonance frequency in the secondary mode.

[0046] According to this 1st example of an operation gestalt, since the MIANDA-like pattern 4 was selectively formed in the maximum resonance current field  $Z$  in the secondary mode in the feed radiation electrode 3 ( $Z_2$ ), with the pattern 4 of the shape of that MIANDA, a serial inductance component can be locally added to the maximum resonance current field  $Z$  in the above-mentioned secondary mode ( $Z_2$ ), and electric merit can be made longer than other fields. Thereby, the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode can be changed, and can be controlled.

[0047] Moreover, in this 1st example of an operation gestalt, the serial inductance component is locally added as mentioned above using the MIANDA-like pattern 4. Since it can carry out adjustable [ of the magnitude of the above-mentioned serial inductance component ] by changing the MIANDA line number of the MIANDA pattern 4 of the above, the MIANDA pitch  $d$ , the thinness of a MIANDA line, etc. Only by performing the design change of the MIANDA-like pattern 4, the electric merit in the maximum resonance current field  $Z$  in the above-mentioned secondary mode ( $Z_2$ ) can be lengthened very easily, and adjustment setting out of the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode can be performed easily.

[0048] And adjustment setting out of the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode can be performed, without caring about the adverse effect to the basic mode by modification of the above-mentioned serial inductance component, since adjustment setting out of the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode by modification of the serial inductance component (electric length) can be performed in the condition of having become independent of the resonance frequency of a basic mode mostly. Moreover, since it is possible to change the above-mentioned serial inductance component a lot, the control range which can change the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode can be made large. While the design degree of freedom of the surface mount mold antenna 1 with the frequency characteristics suitable for the needs corresponding to a multi-band goes up from the above-mentioned thing, such a surface mount mold antenna 1 can be offered efficiently easily, and low cost-ization of the surface mount mold antenna 1 can be attained.

[0049] furthermore, it mentioned above in the example of a proposal as shown in said drawing 22 -- as -- a conductor -- since adjustable setting out of the resonance frequency of the higher mode was performed by forming the big notch 106 in a plate 102, and carrying out adjustable [ of the electric merit of the higher mode ] to it, there was a problem that equipment was enlarged, by forming the big notch 106.

[0050] On the other hand, since resonance frequency of the higher mode is set up, and the formation field of the pattern 4 of the shape of that MIANDA is dramatically small and it ends with this 1st example of an operation gestalt by local addition of the above-mentioned serial inductance component by the MIANDA pattern 4 of the above, enlargement of the surface mount mold antenna 1 can be prevented.

[0051] Furthermore, as shown in this 1st example of an operation gestalt, by setting up the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode using the serial inductance component by the MIANDA pattern 4 of the above, control of the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode becomes easy, and it enables precision to improve resonance frequency  $f_2$  as the frequency of setting out. By this, the surface mount mold antenna 1 with high quality and reliability can be offered.

[0052] furthermore, as shown in the continuous line of drawing 5, when the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode of the surface mount mold antenna 1 has shifted from the problem of process tolerance to the one higher than frequency  $f_2'$  of setting out. For example, by making the MIANDA pattern 4 of the above thin with trimming, and raising the inductance component of the pattern 4 of the shape of this MIANDA. Frequency regulation which lowers the resonance frequency in the above-mentioned secondary mode towards frequency  $f_2'$  of the above-mentioned setting out can be performed, and the resonance frequency in the secondary mode can be doubled with the frequency of setting out.

[0053] When performing frequency regulation by such trimming, since it does not have big effect on a basic mode, fluctuation of the inductance component of the pattern 4 of the shape of MIANDA by the trimming can adjust only the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode for frequency regulation, without almost changing the resonance frequency  $f_1$  of a basic mode, and is dramatically convenient.

[0054] moreover, almost the same [ in the resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  in both the above-mentioned basic mode and the secondary mode ] by trimming open end 3a of the feed radiation electrode 3, and making small capacity between this open end 3a and a gland, when the resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  in both a basic mode and the secondary mode has shifted to the one lower than both the frequencies of setting out -- it can raise a frequency part ( $\Delta f$ ) every.

[0055] In addition, although the surface mount mold antenna 1 of direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds was made into the example and the example of an operation gestalt of the above 1st explained it by the non-grand mounting type, of course, surface mount mold antennas 1 corresponding to a dual band direct excitation  $\lambda/4$  other than 4 resonance molds can also be equipped with the same configuration by the above-mentioned non-grand mounting type. drawing 6 -- a grand mounting type -- an example of the surface mount mold antenna 1 of direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds -- moreover, an example of the reverse F type surface mount mold antenna 1 is further shown for an example of the surface mount mold antenna 1 of capacity feed  $\lambda/4$  molds in drawing 7 with the current distribution in each mode, and distribution of voltage at drawing 8, respectively. In addition, in drawing 6 - drawing 8, the same sign is given to the same component as the surface mount mold antenna 1 shown in said drawing 1, and the detailed explanation is omitted.

[0056] Like the surface mount mold antenna 1 shown in above-mentioned drawing 1, transmission and reception of the electric wave in two frequency bands, a basic mode and the secondary mode (higher mode), are possible for the surface mount mold antenna 1 shown in above-mentioned drawing 6, and its transmission and reception of the signal in two frequency bands, a basic mode and the 3rd mode (higher mode), are possible for each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 7 and drawing 8.

[0057] With the surface mount mold antenna 1 shown in drawing 6, the MIANDA-like pattern 4 is selectively formed in the maximum resonance current field  $Z$  in the secondary mode in the feed radiation electrode 3, and the serial inductance component is locally added to the maximum resonance current field  $Z$  in the secondary mode. Moreover, with each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 7 and drawing 8, the MIANDA-like pattern 4 is selectively formed in the maximum resonance current field  $Z$  in the 3rd mode in the feed radiation electrode 3, and the serial inductance component is locally added to the maximum resonance current field  $Z$  in the 3rd mode. In addition, with each surface mount mold antenna 1 of drawing 7 and drawing 8, the grand jumper 9 is formed in the edge side of the opposite hand of the open end of the feed radiation electrode 3.

[0058] It is possible to acquire the same outstanding effectiveness as the surface mount mold antenna 1 shown in above-mentioned drawing 1 by having the same characteristic configuration as the surface mount mold antenna 1 shown in said drawing 1 also about each surface mount mold antenna 1 shown in these drawing 6 - drawing 8.

[0059] Below, the 2nd example of an operation gestalt is explained. it is shown in drawing 9 (a) that it is

characteristic in this 2nd example of an operation gestalt -- as -- the configuration of said 1st example of an operation gestalt -- in addition, it is having formed the MIANDA-like pattern 10 in the maximum resonance current field Z of the basic mode in the feed radiation electrode 3 (Z1) further. The other configuration is the same as that of said 1st example of an operation gestalt, in explanation of this 2nd example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said 1st example of an operation gestalt, and duplication explanation of that intersection is omitted.

[0060] In this 2nd example of an operation gestalt, as described above, the MIANDA-like pattern 10 was formed in the maximum resonance current field Z (Z1) of not only the maximum resonance current field Z in the secondary mode in the feed radiation electrode 3 (Z2) but a basic mode. Thereby, a serial inductance component will be locally prepared in each maximum resonance current field Z in a basic mode and the secondary mode in the feed radiation electrode 3, and the electric merit of the hit by the unit length of each [ these ] maximum resonance current field Z becomes longer than other fields. That is, the feed radiation electrode 3 shown in this 2nd example of an operation gestalt is accomplished sequentially from a signal supply side with the configuration that the long field X1 of electric length, the short field X2 of electric length, the long field X3 of electric length, and electric merit's short field X4 are established in the serial.

[0061] In addition, the equal circuit of the feed radiation electrode 3 in this 2nd example of an operation gestalt is shown in drawing 9 (b). L1 shown in this drawing 9 (b) expresses the inductance component locally added to the maximum resonance current field Z1 of a basic mode with the MIANDA pattern 10 of the above, L2 expresses the inductance component of the short field X2 of electric length, and this inductance component L2 is smaller than the above-mentioned inductance component L1. Moreover, L3 expresses the inductance component locally added to the maximum resonance current field Z2 in the secondary mode with the MIANDA-like pattern 4, and this inductance component L3 is larger than the above-mentioned inductance component L2. Furthermore, L4 expresses the inductance component of the above-mentioned electric merit's short field X4, and this inductance component L4 is smaller than the above-mentioned inductance component L3. C1 and C2 express the capacity between the feed radiation electrode 3 and a gland, respectively, and R1 and R2 express the flow resistance component in the feed radiation electrode 3 further again, respectively.

[0062] By constituting the feed radiation electrode 3 as mentioned above, it becomes possible to change the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode, and to control it further, and modification setting out not only of the resonance frequency f2 in the secondary mode but the resonance frequency f1 of a basic mode can be carried out easily.

[0063] this invention person investigated by experiment how adjustable [ of the inductance component of the MIANDA-like pattern 10 ] would be carried out by changing the MIANDA line number of the pattern 10 of the shape of MIANDA formed in the maximum resonance current field Z of the above-mentioned basic mode (Z1), and the resonance frequency f1 of a basic mode would change. This experimental result is shown in drawing 10 (a) and (b).

[0064] The resonance frequency f1 of a basic mode is falling as are shown in this experimental result, and the MIANDA line number of the MIANDA pattern 10 of the above increases and a serial inductance component becomes large. The resonance frequency f1 of a basic mode is high as the MIANDA line number of the MIANDA-like pattern 10 will decrease and a serial inductance component will become small, if it puts in another way. On the other hand, the resonance frequency f2 in the secondary mode is almost fixed irrespective of modification of the MIANDA line number of the MIANDA-like pattern 10.

[0065] Thus, it can be made to change in the condition of having become independent of the resonance frequency f2 in the secondary mode about the resonance frequency f1 of a basic mode by changing the serial inductance component locally given to the maximum resonance current field Z of a basic mode (Z1) with the MIANDA-like pattern 10. Of course, similarly, not only modification of the MIANDA line number of the MIANDA-like pattern 10 but by [ said ] changing the thinness of the MIANDA pitch d of the MIANDA-like pattern 10, and a MIANDA line, adjustable [ of the equivalent serial inductance component of the MIANDA-like pattern 10 ] may be carried out, and modification setting out of the



resonance frequency  $f_1$  of a basic mode may be performed.

[0066] While forming the pattern 4 of the shape of MIANDA which gives a serial inductance component locally in the maximum resonance current field  $Z$  in the secondary mode ( $Z_2$ ) according to this 2nd example of an operation gestalt The pattern 10 of the shape of MIANDA which gives a serial inductance component locally is formed in the maximum resonance current field  $Z$  of a basic mode ( $Z_1$ ). Since it is considered as the configuration which makes the electric length of each maximum resonance current field  $Z$  of a basic mode and the higher mode longer than other fields, it becomes possible to control further the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode in a large area.

[0067] Moreover, modification setting out of each resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  of a basic mode and the higher mode can be easily carried out, respectively only by carrying out the design change of the MIANDA patterns 4 and 10 of the above, without performing a big design change. Furthermore, since the resonance frequency  $f_1$  of a basic mode and the resonance frequency  $f_2$  in the secondary mode are controllable by the condition of having become independent, respectively with a sufficient precision, the design degree of freedom corresponding to a multi-band will go up, and precision can improve easily each above-mentioned resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  adjustment setting out to a desired setting-out frequency, respectively. Thereby, the surface mount mold antenna 1 with high quality and dependability can be offered.

[0068] Furthermore, the control range which can change each of that resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  can be extended by considering as the method which performs adjustment setting out of each resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  of a basic mode and the higher mode by modification of the serial inductance component by the MIANDA patterns 4 and 10 of the above.

[0069] From the above-mentioned thing, the surface mount mold antenna 1 suitable for the needs corresponding to a multi-band can be offered further efficiently easily, and low cost-ization of the surface mount mold antenna 1 can be attained. Moreover, since the formation field of the MIANDA-like patterns 4 and 10 is small and it ends, the miniaturization of the surface mount mold antenna 1 can be attained.

[0070] Also in this 2nd example of an operation gestalt furthermore, according to the problem of process tolerance Even if each resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  in the basic mode of the surface mount mold antenna 1 and the secondary mode has shifted from the frequency of setting out As said 1st example of an operation gestalt described, frequency regulation of each resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  in a basic mode and the secondary mode is performed by changing each inductance component of the MIANDA patterns 4 and 10 of the above with trimming, respectively. It becomes possible to double each resonance frequency in a basic mode and the secondary mode with the frequency of setting out in the condition of having become independent, respectively. The surface mount mold antenna 1 with quality and dependability higher thereby more still can be offered.

[0071] In addition, although the surface mount mold antenna 1 shown in drawing 9 was made into the example and this 2nd example of an operation gestalt explained it At of course, each surface mount mold antenna 1 as shown in drawing 6 which was described above - drawing 8 In this 2nd example of an operation gestalt, a characteristic configuration (that is, configuration which forms the MIANDA-like pattern 10 in the maximum resonance current field  $Z$  of a basic mode ( $Z_1$ ) (edge field by the side of signal supply of the feed radiation electrode 3) selectively, and adds a serial inductance component locally) may be prepared. Also in this case, outstanding effectiveness which was described above can be done so.

[0072] Below, the 3rd example of an operation gestalt is explained. In addition, in explanation of this 3rd example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said each example of an operation gestalt, and duplication explanation of that intersection is omitted.

[0073] By the way, if the capacity component  $C$  is formed in the current path (transmission line) 12 for which a current flows in juxtaposition as shown in drawing 11 (a), it will be in a condition equivalent to having formed the inductance component  $L$  in the part in which the juxtaposition capacity component  $C$  was formed in serial as [ show / in drawing 11 (b) ].

[0074] In this 3rd example of an operation gestalt, it is considered as the configuration which adds an

equivalent serial inductance component to the maximum resonance current field Z of one side of a basic mode and the higher mode, or both locally using the above-mentioned phenomenon. The example of the surface mount mold antenna 1 with the configuration is shown in drawing 12 (a), (b), and (c), respectively.

[0075] With each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 12 (a), (b), and (c), it has composition which adds an equivalent serial inductance component to the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) locally. That is, in the example shown in drawing 12 (a), it cuts deeply to the flank of the maximum resonance current field Z in the secondary mode in the band-like feed radiation electrode 3 (Z2), and the section 13 is formed, and opposite arrangement of the electrode 14 for juxtaposition capacity loading is carried out through spacing at the above-mentioned slitting section 13. Thus, the capacity component C between the above-mentioned slitting section 13 and the electrode 14 for juxtaposition capacity loading will be formed in the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) in juxtaposition by forming the slitting section 13 and the electrode 14 for juxtaposition capacity loading. For this reason, it will be in a condition equivalent to having added the serial inductance component to the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) as [described / above].

[0076] Moreover, in addition to the configuration of the surface mount mold antenna 1 of drawing 1 shown in said 1st example of an operation gestalt, in the example shown in drawing 12 (b), opposite arrangement of the electrode 14 for juxtaposition capacity loading is carried out through spacing at the bend section of the MIANDA-like pattern 4. Also in this case, the capacity component C will be formed in the pattern 4 of the shape of MIANDA in the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) in juxtaposition like above-mentioned drawing 12 (a). For this reason, in the example shown in this drawing 12 (b), the serial inductance component of the sum total of the serial inductance component by the MIANDA-like pattern 4, and the MIANDA-like pattern 4 and the equivalent serial inductance component based on the capacity component C between the electrodes 14 for juxtaposition capacity loading will be added to the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2).

[0077] Furthermore, in the example shown in drawing 12 (c), in addition to the configuration of the surface mount mold antenna 1 of drawing 1 shown in said 1st example of an operation gestalt, it is arranged so that the Kushigata-like electrode 14 for juxtaposition capacity loading may get into gear through MIANDA-like the MIANDA line and spacing of a pattern 4. Also in this case, the juxtaposition capacity component C will be formed in the pattern 4 of the shape of MIANDA in the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) like the above-mentioned drawing 12 (b). Not only in the serial inductance component by the MIANDA-like pattern 4 The equivalent serial inductance component resulting from the capacity component C between the MIANDA pattern 4 of the above and the electrode 14 for juxtaposition capacity loading can also be added to the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2).

[0078] In addition, the configuration which adds a serial inductance component locally equivalent using the above-mentioned juxtaposition capacity component C is not limited to the gestalt of above-mentioned drawing 12 (a) - (c). For example, it is good also as a configuration which does not form the above-mentioned juxtaposition capacity component C in the maximum resonance current field Z of the higher mode, but prepares the same configuration as the above in the maximum resonance current field Z of a basic mode (Z1), and adds the equivalent serial inductance component by the juxtaposition capacity component C.

[0079] Moreover, it is good also as a configuration which prepares the respectively same configuration as the above in the maximum resonance current field Z of both a basic mode and the higher mode, and adds locally the equivalent serial inductance component by the juxtaposition capacity component C. For example, in addition to the configuration of each example shown in above-mentioned drawing 12 R> 2 (a) - (c), the pattern 10 of the shape of MIANDA as shown in said 2nd example of an operation gestalt to the maximum resonance current field Z of a basic mode (Z1) may be formed.

[0080] Furthermore, although each example shown in above-mentioned drawing 12 (a) - (c) was the thing of non-grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds Of course, the thing of



non-grand mounting and capacity feed  $\lambda/4$  molds, the thing of grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds, the thing of grand mounting and capacity feed  $\lambda/4$  molds, and a reverse F type thing may also be equipped with a characteristic configuration in this 3rd example of an operation gestalt. Also in this case, outstanding effectiveness which was described above can be done so.

[0081] According to this 3rd example of an operation gestalt, it is considered as the configuration which gives a serial inductance component locally to the energization path of a current by forming the capacity component C in juxtaposition using the phenomenon which can give an equivalent serial inductance component to the energization path of a current to the maximum resonance current field Z of one side of a basic mode and the higher mode, or both. The effectiveness that the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode can be changed like each above-mentioned example of an operation gestalt by having this configuration, The effectiveness that the surface mount mold antenna 1 which control of each resonance frequency  $f_1$  and  $f_2$  of a basic mode and the higher mode became easy, and whose design degree of freedom improved, and suited needs, such as a multi-band response, can be offered efficiently easily, The outstanding effectiveness, such as effectiveness that miniaturization and low cost-ization of the surface mount mold antenna 1 can be attained, can be done so.

[0082] moreover, the thing to do for adjustable [ of the magnitude of said juxtaposition capacity component C ] -- the above -- the above of trimming the above-mentioned electrode 14 for juxtaposition capacity loading, and carrying out adjustable [ of the above-mentioned juxtaposition capacity component C ] from the problem of process tolerance, when the resonance frequency of a basic mode or the higher mode has shifted from the frequency of setting out since it can carry out adjustable [ of the magnitude of an equivalent serial inductance component ] -- it is possible to adjust the above-mentioned resonance frequency by the local magnitude adjustable technique of a serial inductance component

[0083] Below, the 4th example of an operation gestalt is explained. In addition, in explanation of this 4th example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said each example of an operation gestalt, and duplication explanation of that intersection is omitted.

[0084] It being characteristic in this 4th example of an operation gestalt is that the dielectric piece which changes from a high dielectric material to the part in which the dielectric base 2 is constituted by the zygote of two or more dielectric pieces with which dielectric constants differ, and one [ at least ] maximum resonance current field Z of a basic mode and the higher modes is formed is arranged.

[0085] The example of the surface mount mold antenna 1 with the configuration is shown in drawing 13 (a). By the example shown in this drawing 13 (a), the dielectric base 2 has one dielectric piece 15b with a dielectric constant higher than the dielectric constant, dielectric piece 15a and these dielectrics piece 15a, of two pieces, is the gestalt between which above-mentioned two dielectrics piece 15a puts dielectric piece 15b, for example, is joined in one by ceramics adhesives etc. Dielectric piece 15b of the above-mentioned high dielectric constant is arranged at the part corresponding to the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2).

[0086] Thus, the capacity between the maximum resonance current field Z in the secondary mode in the feed radiation electrode 3 (Z2) and a gland becomes larger than other fields by arranging dielectric piece 15b which has a dielectric constant higher than other parts in the part corresponding to the maximum resonance current field Z in the secondary mode in the dielectric base 2 (Z2). Since the capacity between the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) and a gland be prepared in the current path of the feed radiation electrode 3 in juxtaposition, it will be in a condition equivalent to originate in the juxtaposition capacity component C, and add an inductance component to the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) locally in serial as [ described / said 3rd example of an operation gestalt ].

[0087] Thus, a serial inductance component can be made to add to the maximum resonance current field Z in the secondary mode of the feed radiation electrode 3 (Z2) locally by the example shown in this drawing 13 (a) by making dielectric piece 15b which has a dielectric constant higher than other parts in the part corresponding to the maximum resonance current field Z in the above-mentioned secondary mode in the dielectric base 2 (Z2) intervene. That is, dielectric piece 15b functions as a dielectric for

equivalent serial inductance addition.

[0088] Moreover, other examples are shown in drawing 13 (b). In this drawing 13 (b), while having the configuration of drawing 1 shown in said 1st example of an operation gestalt, dielectric piece 15b which functions as a dielectric for equivalent serial inductance addition is arranged like above-mentioned drawing 13 (a) to the part (that is, part in which the MIANDA-like pattern 4 is formed) corresponding to the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2). By preparing dielectric piece 15b [ that the above-mentioned dielectric constant is high (a dielectric constant is size) ] by the example shown in this drawing 13 (b) In the maximum resonance current field Z in the secondary mode in the feed radiation electrode 3 (Z2) The equivalent serial inductance component resulting from the bigger juxtaposition capacity component C than the pattern 4 of the shape not only of the serial inductance component by the MIANDA-like pattern 4 but MIANDA and other parts between glands will be added. Furthermore, the capacity between the MIANDA lines d as shown in drawing 4 increases more by dielectric piece 15b, and the effectiveness of equivalent serial inductance component addition increases further.

[0089] In addition, like the above, the configuration which adds a serial inductance component using a high dielectric material is not limited to the configuration of above-mentioned drawing 13 (a) and (b), and can take the gestalt of various operations. For example, although it was the configuration which gives a serial inductance component locally to the maximum resonance current field Z in the secondary mode (Z2) using a high dielectric material by each example shown in above-mentioned drawing 13 (a) and (b), it is good also as a configuration which gives the equivalent serial inductance component using a high dielectric material to the maximum resonance current field Z of the basic mode instead of the secondary mode (Z1), for example. in this case -- for example, the dielectric constant which are the above dielectrics for equivalent serial inductance addition arranges adult dielectric piece 15b to the part of the dielectric base 2 corresponding to the maximum resonance current field Z of a basic mode (Z1).

[0090] Moreover, it is good also as a configuration which gives an equivalent serial inductance component locally to the maximum resonance current field Z in both a basic mode and the secondary mode using a high dielectric material. in this case -- for example, the dielectric constant which is the above-mentioned dielectric for equivalent serial inductance addition, respectively arranges adult dielectric piece 15b to the part of the dielectric base 2 corresponding to each maximum resonance current field Z in a basic mode and the secondary mode.

[0091] Furthermore, although the dielectric base 2 was constituted from each example shown in above-mentioned drawing 13 (a) and (b) by the zygote of two or more sorts of dielectric pieces 15a and 15b For example, a slot and a breakthrough are prepared in the location of the dielectric base 2 corresponding to the maximum resonance current field Z of one side of a basic mode and the higher mode, or both. These slots and a breakthrough may be filled up with the high dielectric material which functions as a dielectric for equivalent serial inductance addition with a dielectric constant higher than other parts. Moreover, it is good also as structure of sticking a tabular (the shape of a chip) piece with a high dielectric constant on the location corresponding to the maximum resonance current field Z of one side of a basic mode and the higher mode, or both sides.

[0092] Furthermore, although the characteristic configuration was prepared in the surface mount mold antenna 1 which has a characteristic configuration in said 1st example of an operation gestalt in this 4th example of an operation gestalt in the example shown in above-mentioned drawing 13 (b) In said 2nd example of an operation gestalt at the characteristic surface mount mold antenna 1 of a configuration it is said that a characteristic configuration may be prepared in this 4th example of an operation gestalt -- as -- said the 1- a characteristic configuration may be combined with the characteristic configuration of operation gestalt 1 or more of each 3rd examples of an operation gestalt in this 4th example of an operation gestalt.

[0093] Furthermore, although each example shown in above-mentioned drawing 13 (a) and (b) was the thing of non-grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds Of course, the thing of non-grand mounting and capacity feed  $\lambda/4$  molds, the thing of grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds, the thing of grand mounting and capacity feed  $\lambda/4$  molds,

and a reverse F type thing may also be equipped with a characteristic configuration in this 4th example of an operation gestalt. Also in this case, outstanding effectiveness which was described above can be done so.

[0094] Since the dielectric for equivalent serial inductance addition with a dielectric constant higher than other parts was prepared in the part of the dielectric base 2 corresponding to one [ at least ] maximum resonance current field Z of a basic mode and the higher mode according to this 4th example of an operation gestalt, a serial inductance component can be locally given to the maximum resonance current field Z of a basic mode or the higher mode. Thereby, the same outstanding effectiveness as said each example of an operation gestalt can be done so.

[0095] Below, the 5th example of an operation gestalt is explained. In addition, in explanation of this 5th example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said each example of an operation gestalt, and duplication explanation of that intersection is omitted.

[0096] The feed radiation electrode 3 is constituted by the helical pattern, and it being characteristic in this 5th example of an operation gestalt is having given the serial inductance component locally to the maximum resonance current field Z of one side of the basic mode in such a helical feed radiation electrode 3, and the higher mode, or both, as shown in drawing 14 .

[0097] In the feed radiation electrode 3 of a helical pattern, an inductance component can be selectively raised by narrowing helical line spacing of a helical pattern locally like the field P of drawing 14 . Moreover, the magnitude of the inductance component raised to the above-mentioned partial target can be changed by changing the local dielectric constant of the dielectric base 2 like a helical line number, spacing between lines, or said 4th example of an operation gestalt. In this 5th example of an operation gestalt, a serial inductance component is locally given to the maximum resonance current field Z of one side of a basic mode and the higher mode, or both using this.

[0098] According to this 5th example of an operation gestalt, also in the surface mount mold antenna 1 with which the helical feed radiation electrode 3 is formed, the same outstanding effectiveness as each above-mentioned example of an operation gestalt can be done so by preparing a serial inductance component in the maximum resonance current field Z of one side of a basic mode and the higher mode, or both locally.

[0099] Below, the 6th example of an operation gestalt is explained. In addition, in explanation of this 6th example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said each example of an operation gestalt, and duplication explanation of that intersection is omitted.

[0100] That it is characteristic in this 6th example of an operation gestalt In the surface mount mold antenna 1 with which the non-supplied electric power radiation electrode 20 is formed in the front face of the dielectric base 2 with the feed radiation electrode 3 as shown in drawing 15 - drawing 17 It is having considered as the configuration which adds a serial inductance component to the maximum resonance current field Z of one side of the basic mode in the feed radiation electrode 3, and the higher mode, or both locally like each above-mentioned example of an operation gestalt.

[0101] With each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 15 and drawing 16 , one non-supplied electric power radiation electrode 20 is formed. By setting the resonance frequency f of the non-supplied electric power radiation electrode 20 as the frequency near the resonance frequency f1 of the basic mode in the feed radiation electrode 3, as shown in the frequency characteristics of drawing 18 (a), the non-supplied electric power radiation electrode 20 will be in the condition of double-resonating with the resonance wave of the basic mode of the feed radiation electrode 3, and can attain broadband-ization of a basic mode.

[0102] Moreover, by setting the resonance frequency f of the above-mentioned non-supplied electric power radiation electrode 20 as the frequency near the resonance frequency f2 of the higher mode in the feed radiation electrode 3, as shown in the frequency characteristics of drawing 18 (c), the non-supplied electric power radiation electrode 20 will be in the condition of double-resonating with the resonance wave of the higher mode of the feed radiation electrode 3, and can attain broadband-ization of the higher mode.

[0103] With each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 17 , two non-supplied electric power

radiation electrodes 20 (20a, 20b) are formed. By shifting each resonance frequency  $f_a$  and  $f_b$  of the non-supplied [ these ] electric power radiation electrodes 20a and 20b small [ every ], respectively, and setting up near the resonance frequency  $f_1$  of the basic mode of the feed radiation electrode 3, as shown in drawing 18 (b), in the basic mode of the feed radiation electrode 3, it will be in the three-fold double resonance state, and it becomes possible to attain much more broadband-ization of the basic mode of the feed radiation electrode 3.

[0104] Moreover, by shifting each resonance frequency  $f_a$  and  $f_b$  of the non-supplied electric power radiation electrodes 20a and 20b small [ every ], respectively, and setting up near the resonance frequency  $f_2$  of the higher mode of the feed radiation electrode 3, as shown in drawing 18 (d), in the higher mode of the feed radiation electrode 3, it will be in the three-fold double resonance state, and it becomes possible to attain much more broadband-ization of the higher mode of the feed radiation electrode 3.

[0105] Furthermore, one resonance frequency of the above-mentioned non-supplied electric power radiation electrodes 20a and 20b is set up near the resonance frequency  $f_1$  of the basic mode of the feed radiation electrode 3. By setting up near the resonance frequency  $f_2$  of the higher mode of the feed radiation electrode 3, the resonance frequency of the non-supplied electric power radiation electrode of another side As shown in drawing 18 (e), it can accomplish with the double resonance state by each of the basic mode of the feed radiation electrode 3, and the higher mode, and broadband-ization of both a basic mode and the higher mode can be attained.

[0106] By each example shown in above-mentioned drawing 15 - drawing 17 , as shown in the example of an operation gestalt of the above 1st, the MIANDA-like pattern 4 is formed in the maximum resonance current field  $Z$  of the higher mode in the feed radiation electrode 3, and the serial inductance component is given locally. Thereby, the same outstanding effectiveness can be done so with having been shown in said 1st example of an operation gestalt.

[0107] In addition, each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 15 (a) and (b) is the thing of non-grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds. To the MIANDA-like non-supplied electric power radiation electrode 20 being formed in top-face 2a of the dielectric base 2, by drawing 15 (b), the MIANDA-like non-supplied electric power radiation electrode 20 is formed in side-face 2c of the dielectric base 2, and each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 15 (a) and (b) has almost same composition except for the above-mentioned point of difference at drawing 15 (a).

[0108] Moreover, each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 15 (c) and (d) is the thing of grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds. At drawing 15 (c), the MIANDA-like non-supplied electric power radiation electrode 20 is hung and formed in side-face 2e from top-face 2a of the dielectric base 2 by drawing 15 (d) to the MIANDA-like non-supplied electric power radiation electrode 20 being formed in 2d of side faces of the dielectric base 2. Moreover, in drawing 15 (c), the feed radiation electrode 3 applies the width of face of the feed radiation electrode 3 to an other end side from an end side in drawing 15 (d) to width of face being large as it faces to the MIANDA-like pattern 4 from the feed terminal 5 side, and is equal width mostly. Each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 15 (c) and (d) is the almost same configuration except for the above-mentioned point of difference.

[0109] Above-mentioned drawing 15 (a) The direction of the flow of the current of the feed radiation electrode 3 of a vector is the direction shown in the arrow head A of drawing, the direction of the flow of the current of the non-supplied electric power radiation electrode 20 of a vector is the direction shown in the arrow head B of drawing, and the direction A of the flow of the current of the feed radiation electrode 3 of a vector and the direction B of the flow of the current of a non-supplied electric power radiation electrode 20 of a vector have accomplished with the abbreviation rectangular cross direction with each surface mount mold antenna 1 shown in - (d).

[0110] Thus, without the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20 causing a mutual intervention mutually, when the direction A of a vector of the flow of the current of the feed radiation electrode 3 and the direction B of a vector of the flow of the current of the non-supplied electric power radiation electrode 20 have accomplished with the abbreviation rectangular

cross direction, it will be stabilized, the double resonance state can be made and the surface mount mold antenna 1 with the high dependability of frequency characteristics can be offered with implementation of broadband-izing.

[0111] Furthermore, each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 16 (a) and (b) is the thing of non-grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds. In drawing 16 (a), by drawing 16 (b), the MIANDA-like non-supplied electric power radiation electrode 20 is formed in side-face 2c of the dielectric base 2 to hanging the MIANDA-like non-supplied electric power radiation electrode 20 on 2d of side faces from top-face 2a of the dielectric base 2, and being formed, and each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 16 (a) and (b) is the almost same configuration except for the above-mentioned point of difference.

[0112] Furthermore, each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 16 (c) and (d) is the thing of grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds. At drawing 16 (c), the MIANDA-like non-supplied electric power radiation electrode 20 is formed by drawing 16 (d) over top-face 2a and side-face 2e of the above-mentioned dielectric base 2 to the MIANDA-like non-supplied electric power radiation electrode 20 being formed in 2d of side faces of the dielectric base 2. Moreover, in drawing 16 (c), the feed radiation electrode 3 applies the width of face of the feed radiation electrode 3 to an other end side from an end side by drawing 16 (d) to width of face being large as it faces to the MIANDA-like pattern 4 from the feed terminal 5 side, and is equal width mostly. Each surface mount mold antenna 1 shown in drawing 16 (c) and (d) is the almost same configuration except for the above-mentioned point of difference.

[0113] Above-mentioned drawing 16 (a) By each example shown in - (d), the maximum electric-field field of the feed radiation electrode 3 is a field surrounded by the broken line alpha, the maximum electric-field field of the non-supplied electric power radiation electrode 20 is a field surrounded by the broken line beta, and the maximum electric-field field alpha of these feed radiation electrode 3 and the maximum electric-field field beta of the non-supplied electric power radiation electrode 20 are detached and formed. This drawing 16 (a) Without the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20 causing a mutual intervention mutually by detaching and forming each maximum electric-field fields alpha and beta of the above-mentioned feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20 like each example shown in - (d), the stable double resonance state can be acquired and it becomes possible to attain broadband-ization certainly.

[0114] Drawing 17 (a) By each example shown in - (c), as mentioned above, two non-supplied electric power radiation electrodes 20a and 20b are formed, and attaining much more broadband-ization is equipped with the easy configuration. Drawing 17 (a) By each example shown in - (c), as shown in drawing, a point of difference is in the configuration and formation location of the non-supplied electric power radiation electrodes 20a and 20b, and it has the almost same configuration except it.

[0115] According to this 6th example of an operation gestalt, also in the surface mount mold antenna 1 which the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20 are formed, and attains broadband-ization according to the double resonance state, the same effectiveness as each above-mentioned example of an operation gestalt can be done so by equipping the feed radiation electrode 3 with the characteristic configuration of each above-mentioned example of an operation gestalt.

[0116] In addition, although it was the configuration which adds a serial inductance component to the maximum resonance current field Z of the higher mode in the feed radiation electrode 3 by each example shown in above-mentioned drawing 15 - drawing 17, of course, it is [ in / the surface mount mold antenna with which the non-supplied electric power radiation electrode is prepared ] good also as a configuration which gives a serial inductance component locally to the maximum resonance current field Z of the basic mode instead of the higher mode. Moreover, as shown in the example of an operation gestalt of the above 2nd, it is good also as a configuration which gives a serial inductance component locally to the maximum resonance current field Z of both a basic mode and the higher mode in the feed radiation electrode 3.

[0117] As shown in the example of an operation gestalt of the above 3rd, furthermore, use the

juxtaposition capacity component C or As shown in the example of an operation gestalt of the above 4th, use the high dielectric constant dielectric for equivalent serial inductance addition, or above-mentioned the 1- the configuration which combined two or more of each 4th examples of an operation gestalt is prepared, and, on the other hand, there are a basic mode and the higher mode -- it is -- it is good also as a configuration which gives a serial inductance component locally to both maximum resonance current fields Z.

[0118] Moreover, although each surface mount mold antenna 1 shown in above-mentioned drawing 15 - drawing 17 was all a direct excitation mold, of course, it can do so the same effectiveness as each above-mentioned example of an operation gestalt also in the surface mount mold antenna 1 double resonance type [, such as a reverse F type of those other than a direct excitation mold (for example, the thing of a capacity feed mold and a helical mold), ] by having the same configuration as each above-mentioned example of an operation gestalt.

[0119] Below, the 7th example of an operation gestalt is explained. In explanation of this 7th example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said each example of an operation gestalt, and duplication explanation of that intersection is omitted.

[0120] That it is characteristic in this 7th example of an operation gestalt In the surface mount mold antenna 1 with which both the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20 are formed It is having considered as the configuration which adds a serial inductance component to the maximum resonance current field Z of one side of a basic mode and the higher mode, or both locally not only at the feed radiation electrode 3 but at the non-supplied electric power radiation electrode 20 using the same configuration with having been shown at each above-mentioned example of an operation gestalt. If it puts in another way, in this 7th example of an operation gestalt, the non-supplied electric power radiation electrode 20 is accomplished like the feed radiation electrode 3 with the configuration that the long field of the electric length of the hit by unit length and the short field of electric length are established in the serial by turns.

[0121] The example of the surface mount mold antenna 1 with the configuration is shown in drawing 19 (a) - (c), drawing 20 (a), and (b). These drawing 19 (a) with each surface mount mold antenna 1 shown in - (c), drawing 20 (a), and (b) The MIANDA-like pattern 4 is formed in the feed radiation electrode 3, and the MIANDA-like pattern 21 is selectively formed in the non-supplied electric power radiation electrode 20, respectively. With the these MIANDA-like patterns 4 and 21 The serial inductance component is locally added to the maximum resonance current field Z of each higher mode of the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20.

[0122] Each surface mount mold antenna 1 shown in above-mentioned drawing 19 (a) - (c) is the thing of grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds. In addition, in drawing 19 (a) and (c) The direction A of a vector of the flow of the current of the feed radiation electrode 3 and the direction B of a vector of the flow of the current of the non-supplied electric power radiation electrode 20 have accomplished with the abbreviation rectangular cross direction, and the double resonance state which prevented the mutual intervention of the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20, and was stabilized can be acquired. Moreover, simultaneously, by drawing 19 (a) - (c), the maximum electric-field field alpha of the feed radiation electrode 3 and the maximum electric-field field beta of the non-supplied electric power radiation electrode 20 are detached and formed, and the double resonance state which prevented the mutual intervention of the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20, and was stabilized can be acquired like the above.

[0123] Moreover, each surface mount mold antenna 1 of drawing 20 (a) and (b) is the thing of non-grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds, and the direction A of a vector of the flow of the current of the feed radiation electrode 3 and the direction B of a vector of the flow of the current of the non-supplied electric power radiation electrode 20 have accomplished it with the abbreviation rectangular cross direction like above-mentioned drawing 19 (a) and (c) by drawing 20 (a). Moreover, in drawing 20 (b), the maximum electric-field field alpha of the feed radiation electrode 3 and the maximum electric-field field beta of the non-supplied electric power radiation electrode 20 are



detached and formed like above-mentioned drawing 19 (a) - (c). By having the above configurations, drawing 20 (a) and (b) can acquire the double resonance state which prevented the mutual intervention of the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20, and was stabilized, as described above.

[0124] According to this 7th example of an operation gestalt, in the double resonance type surface mount mold antenna 1, it is considered as the configuration which the same configuration is prepared [ configuration ] and makes a serial inductance component add to the non-supplied electric power radiation electrode 20 locally with having been shown in each above-mentioned example of an operation gestalt also not only about the feed radiation electrode 3 but about the non-supplied electric power radiation electrode 20. For this reason, adjustable setting out of the resonance frequency of the non-supplied electric power radiation electrode 20 becomes easy, and the surface mount mold antenna 1 suitable for needs, such as a multi-band response, can be offered still more easily.

[0125] In addition, in this 7th example of an operation gestalt, although each example was shown in drawing 19 (a) - (c), drawing 20 (a), and (b), of course, it is not limited to each example shown in above-mentioned drawing 19 (a) - (c), drawing 20 (a), and (b). For example, although it was the configuration which adds a serial inductance component to the maximum resonance current field Z of each higher mode of the feed radiation electrode 3 and the non-supplied electric power radiation electrode 20 locally by each example shown in above-mentioned drawing 19 (a) - (c), drawing 20 (a), and (b) For example, a serial inductance component may be locally given to the maximum resonance current field Z of the basic mode instead of the higher mode, and a serial inductance component may be locally added to the maximum resonance current field Z of both a basic mode and the higher mode.

[0126] Moreover, a serial inductance component is not added using a MIANDA-like pattern, but the above-mentioned juxtaposition capacity may be used or a serial inductance component may be locally added with the other means shown in each above-mentioned example of an operation gestalt of using the dielectric for equivalent serial inductance addition.

[0127] Furthermore, although each example shown in above-mentioned drawing 19 (a) - (c), drawing 20 R> 0 (a), and (b) was a direct excitation mold In the surface mount mold antenna 1 double resonance type [, such as a thing of a capacity feed mold, a helical type thing, and a reverse F type thing, ], the same configuration as the example of an operation gestalt of the above 7th may be prepared, and the same outstanding effectiveness as the above can be done so.

[0128] Below, the 8th example of an operation gestalt is explained. This 8th example of an operation gestalt shows the example of a configuration of a communication device. The communication device in this 8th example of an operation gestalt is pocket mold telephone, as shown in drawing 21 . The circuit board 32 is built in in the case 31 of this pocket mold telephone 30, and the surface mount mold antenna 1 which equipped this circuit board 32 with the characteristic configuration shown in each above-mentioned example of an operation gestalt is mounted.

[0129] Moreover, as shown in drawing 21 , the sending circuit 33, the receiving circuit 34, and the transceiver switch circuit 35 are formed in the circuit board 32 of the above-mentioned pocket mold telephone 30. Flow connection of the above-mentioned surface mount mold antenna 1 is made through the transceiver switch circuit 35 by being mounted in the circuit board 32 in the above-mentioned sending circuit 33 and a receiving circuit 34. In this pocket mold telephone 30, transceiver actuation is smoothly performed by switch actuation of the above-mentioned transceiver switch circuit 35.

[0130] Since the pocket mold telephone 30 was equipped with the surface mount mold antenna of the type corresponding to the dual band equipped with the characteristic configuration shown in said each example of an operation gestalt according to this 8th example of an operation gestalt, the signal of two different frequency bands can be transmitted and received only by forming one surface mount mold antenna 1. Moreover, since each resonance frequency of a basic mode and the higher mode in the feed radiation electrode 3 is the frequency of setting out mostly, it can provide with a communication device with the high dependability of an antenna property.

[0131] Moreover, by having the characteristic configuration shown in each above-mentioned example of an operation gestalt, as each above-mentioned example of an operation gestalt described, it is cheap, the

surface mount mold antenna 1 can be provided, and it becomes easy by having the cheap surface mount mold antenna 1 to attain low cost-ization of a communication device.

[0132] In addition, this invention is not limited to each above-mentioned example of an operation gestalt, and can take the gestalt of various operations. For example, although the pocket mold telephone 30 was made into the example and the example of an operation gestalt of the above 8th explained it as a communication device, this invention can be applied to radio communication equipments other than pocket mold telephone.

[0133]

[Effect of the Invention] According to this invention, on the current path of the feed radiation electrode of a surface mount mold antenna, since the long field of the electric merit of the hit by unit length and electric merit's short field are established in the serial by turns, the resonance frequency difference of a basic mode and the higher mode will be changed a lot, and can be controlled. When a serial inductance component is locally added to the maximum resonance current field of one side of the basic mode in the feed radiation electrode of a surface mount mold antenna, and the higher mode, or both and the long field of electric length is especially formed in it, the resonance frequency difference of the above-mentioned basic mode and the higher mode can be controlled with a sufficient precision.

[0134] Moreover, adjustment setting out of the resonance frequency in the mode in which the above-mentioned serial inductance component was added in the condition of having made a basic mode and the higher mode becoming independent, respectively can be performed only by carrying out modification setting out of the magnitude of the serial inductance component, modification setting out of each resonance frequency of a basic mode and the higher mode becomes easy, and the degree of freedom of an antenna design of a multi-band response is expanded.

[0135] The above-mentioned thing can design easily a surface mount mold antenna with desired frequency characteristics efficiently. And by the method which sets up resonance frequency by the above-mentioned serial inductance component, since resonance frequency is controllable with ease and a sufficient precision, the quality and reliability of a surface mount mold antenna can be raised, and the epoch-making effectiveness that it is cheap and can provide upwards can be done so.

[0136] What [ is the pattern of the shape of MIANDA which the serial inductance component for constituting the long field of electric length formed in the feed radiation electrode ] That to which the equivalent serial inductance component is added by the juxtaposition capacity component, If the adult dielectric for equivalent serial inductance addition has a dielectric constant in some to which it is locally prepared and the serial inductance component is added A serial inductance component can be made to add to the maximum resonance current field of one side of a basic mode and the higher mode, or both like the above, without enlarging a surface mount mold antenna. Moreover, since it is an easy configuration to change the serial inductance component greatly, the control range which can change the resonance frequency in the mode in which the above-mentioned serial inductance component was added becomes large, and becomes possible [ it being wide range and carrying out adjustment setting out of the resonance frequency ].

[0137] Moreover, a feed radiation electrode is a helical pattern, and if it is in the configuration thing to which helical line spacing is locally narrowed by the maximum resonance current field of one side of a basic mode and the higher mode, or both, and a serial inductance component is added, also in a helical type surface mount mold antenna, the same outstanding effectiveness can be done so with having described above. Moreover, even if it is in the thing of the double resonance type with which the non-supplied electric power radiation electrode was prepared with the feed radiation electrode, as described above, the same outstanding effectiveness as the above can be done so by having the configuration which gives a serial inductance component to the maximum resonance current field of one side of the basic mode in a feed radiation electrode, and the higher mode, or both.

[0138] In a double resonance type surface mount mold antenna furthermore, not only in a feed radiation electrode The thing equipped with the configuration which adds a serial inductance component to a non-supplied electric power radiation electrode as well as the above, If a non-supplied electric power radiation electrode is one of those by which the long field of electric length and the short field of electric



length are established by turns in the serial Also not only about a feed radiation electrode but about a non-supplied electric power radiation electrode, like the above, it is efficient, and moreover, it is cheap and the surface mount mold antenna with which adjustment setting out of resonance frequency became easy, the double resonance state was certainly made, and it had desired frequency characteristics, and broadband-ization was attained can be offered.

[0139] Furthermore, in a double resonance type surface mount mold antenna, if the direction of a vector of the flow of the current of a feed radiation electrode and the direction of a vector of the flow of the current of a non-supplied electric power radiation electrode are one of those which have accomplished with the abbreviation rectangular cross direction, or keep away the electric-field maximum field, it can prevent that a feed radiation electrode and a non-supplied electric power radiation electrode cause a mutual intervention, and the stable double resonance state can be acquired.

[0140] Furthermore, if it is in the communication device equipped with the surface mount mold antenna which can do so effectiveness which was described above, it is cheap and the reliable communication device of an antenna property can be offered.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view showing the 1st example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 2] It is the graph which shows an example of the general current distribution in the feed radiation electrode of a surface mount mold antenna, and distribution of voltage for every mode.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the example of fluctuation of the resonance frequency to change of the MIANDA line number of the pattern of the shape of characteristic MIANDA in the 1st example of an operation gestalt.

[Drawing 4] It is the explanatory view showing typically the capacity produced between the MIANDA lines in a MIANDA-like pattern.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing an example of the frequency characteristics of a surface mount mold antenna.

[Drawing 6] It is the explanatory view showing an example at the time of applying the characteristic configuration in the 1st example of an operation gestalt to the surface mount mold antenna of grand mounting and direct excitation  $\lambda/4$  resonance molds.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing an example at the time of applying the characteristic configuration in the 1st example of an operation gestalt to the surface mount mold antenna of grand mounting and capacity feed  $\lambda/4$  molds.

[Drawing 8] It is the explanatory view showing an example at the time of applying the characteristic configuration in the 1st example of an operation gestalt to the surface mount mold antenna of a reverse female mold.

[Drawing 9] It is the explanatory view showing the 2nd example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 10] It is an explanatory view showing fluctuation of the resonance frequency to change of the MIANDA line number of the pattern of the shape of MIANDA formed in the maximum resonance current field of the basic mode in a feed radiation electrode.

[Drawing 11] It is drawing explaining the ability to add an inductance component to the energization path of a current at a serial by adding a capacity component to the energization path of a current at juxtaposition.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the 3rd example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 13] It is the explanatory view showing the 4th example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 14] It is the explanatory view showing the 5th example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 15] It is the explanatory view showing the 6th example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 16] Then, it is the explanatory view showing the 6th example of an operation gestalt of the

surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 17] It is the explanatory view showing the 6th example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna which furthermore continues and is applied to this invention.

[Drawing 18] It is the graph which shows the example of the frequency characteristics of each surface mount mold antenna shown in drawing 15 - drawing 17 .

[Drawing 19] It is the explanatory view showing the 7th example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 20] Then, it is the explanatory view showing the 7th example of an operation gestalt of the surface mount mold antenna concerning this invention.

[Drawing 21] It is the explanatory view showing an example of the communication device concerning this invention.

[Drawing 22] It is the explanatory view showing the example of a proposal.

[Description of Notations]

1 Surface Mount Mold Antenna

2 Dielectric Base

3 Feed Radiation Electrode

4, 10, 21 MIANDA-like pattern

5 Feed Terminal

9 Grand Jumper

14 Electrode for Juxtaposition Capacity Loading

15a, 15b Dielectric piece

20 Non-Supplied Electric Power Radiation Electrode

30 Pocket Mold Telephone

---

[Translation done.]

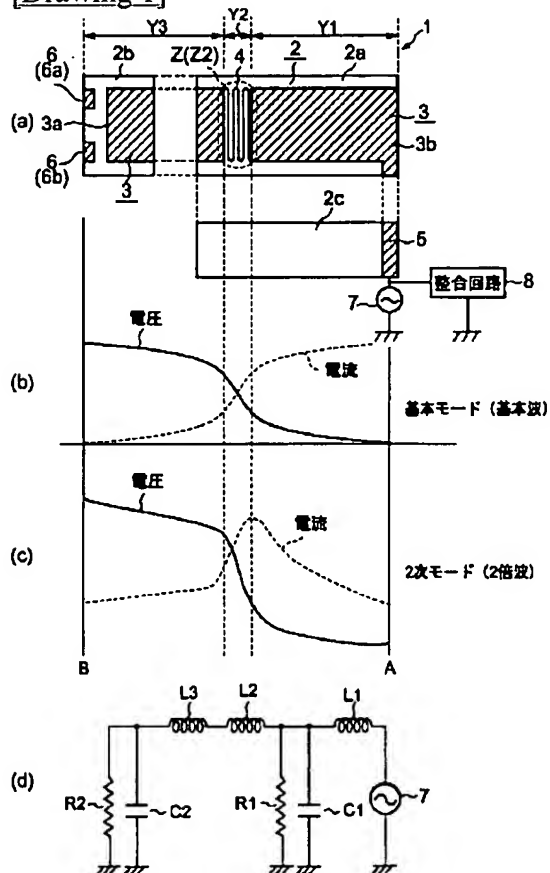
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

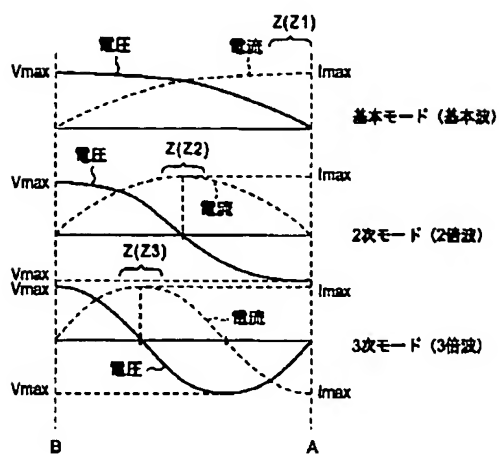
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

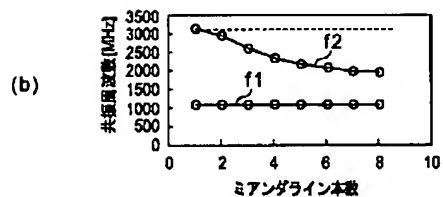
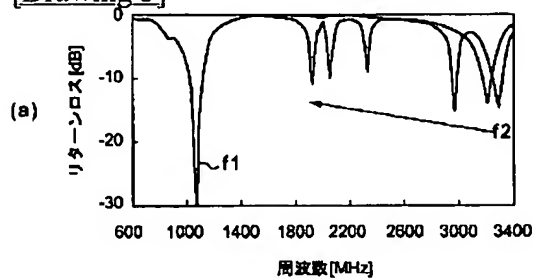
[Drawing 1]



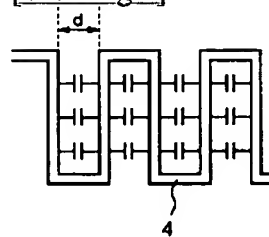
[Drawing 2]



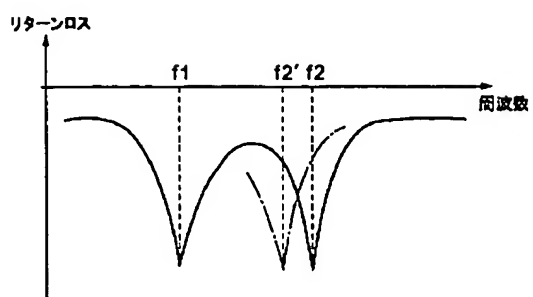
[Drawing 3]



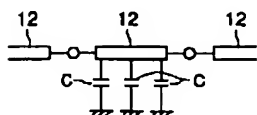
[Drawing 4]



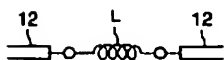
[Drawing 5]



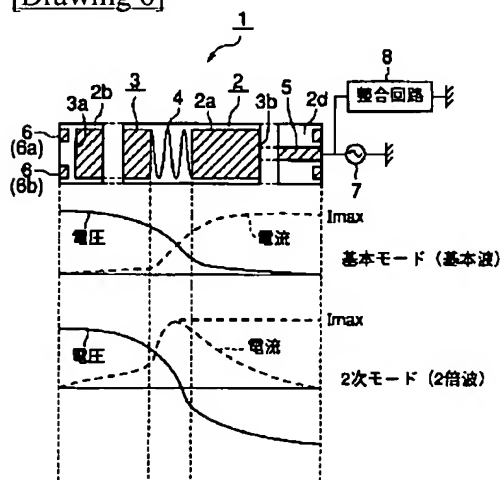
[Drawing 11]



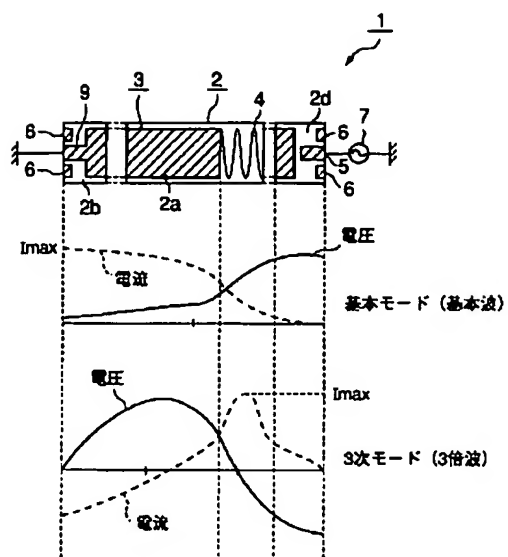
(b)



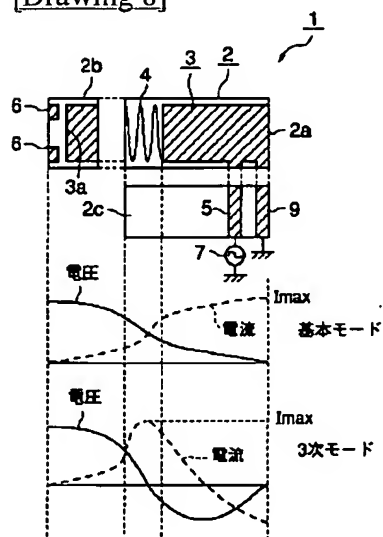
[Drawing 6]



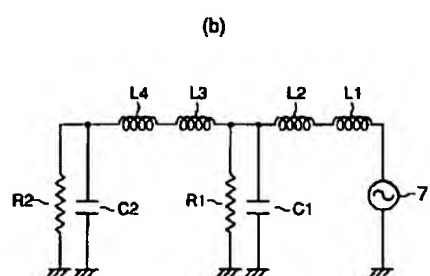
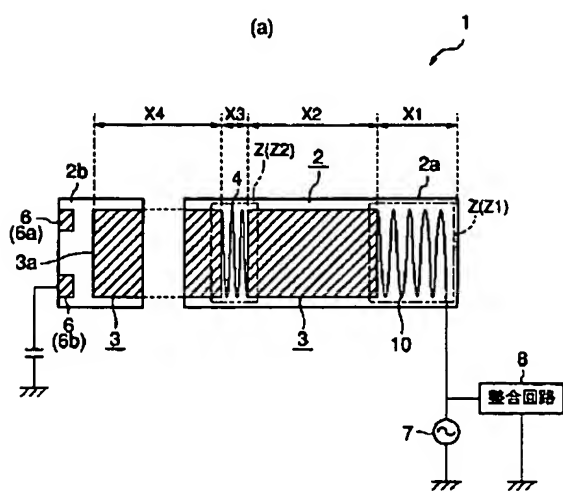
[Drawing 7]



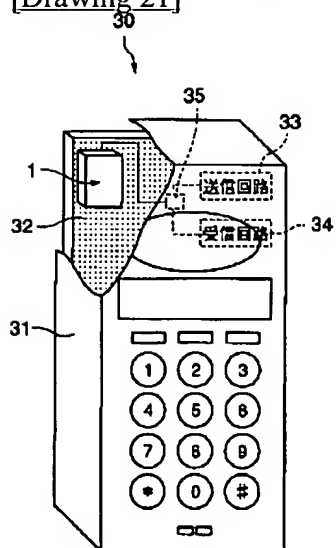
[Drawing 8]



[Drawing 9]

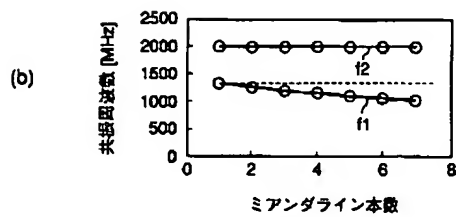
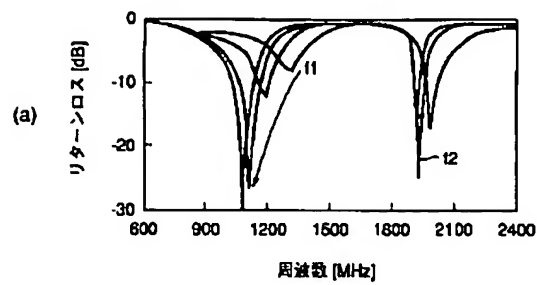


[Drawing 21]

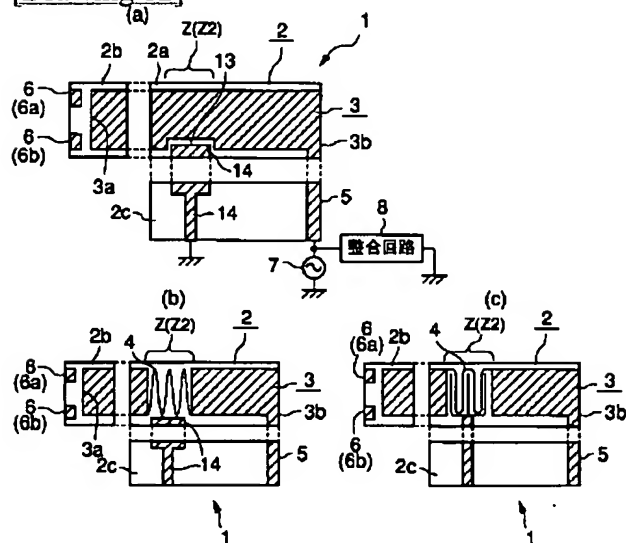


[Drawing 10]

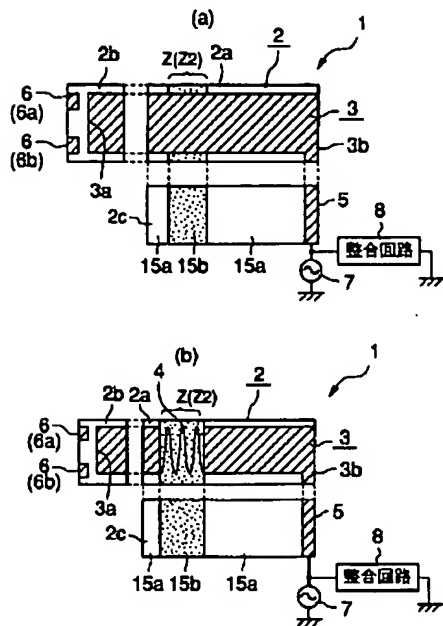




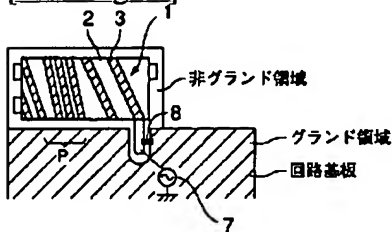
[Drawing 12]



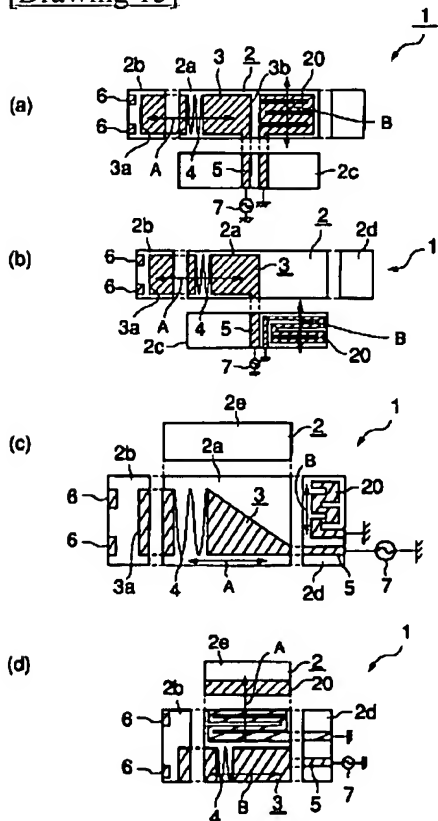
[Drawing 13]



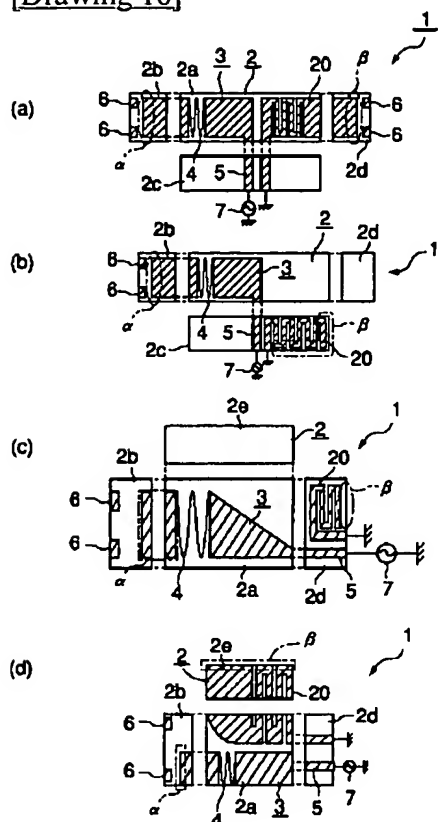
[Drawing 14]



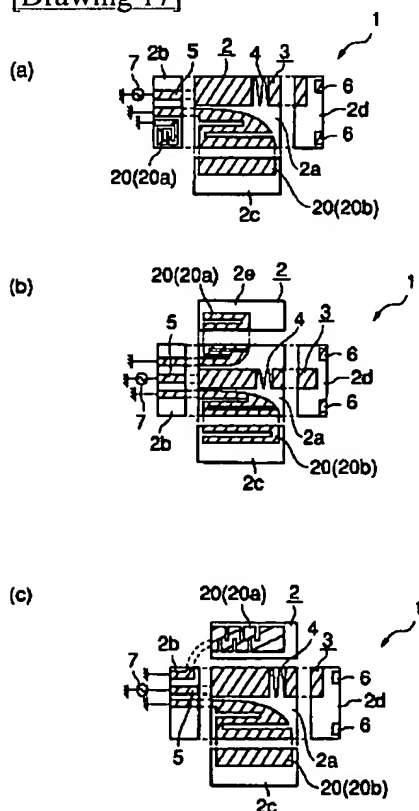
[Drawing 15]



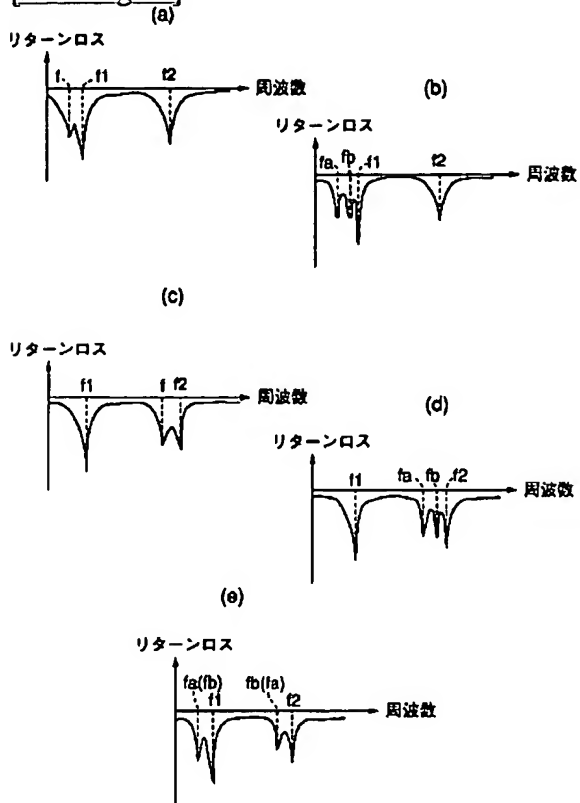
[Drawing 16]



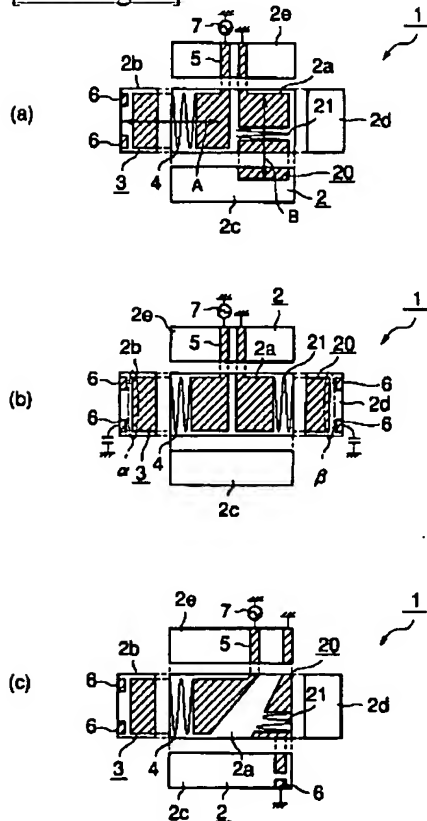
[Drawing 17]



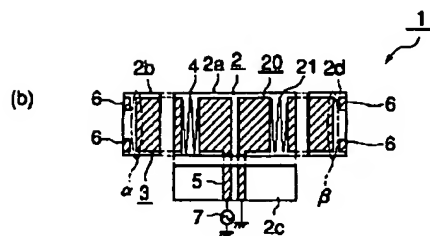
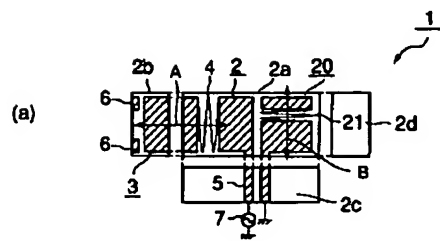
[Drawing 18]



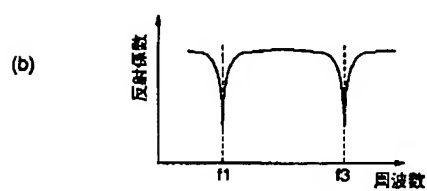
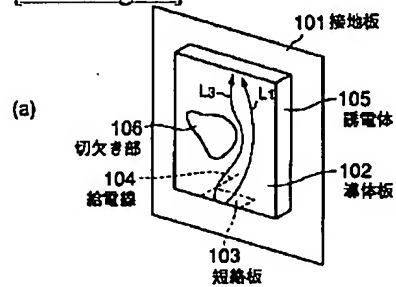
[Drawing 19]



[Drawing 20]



[Drawing 22]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-217643

(P2001-217643A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)	
H 0 1 Q	13/08	H 0 1 Q	13/08	5 J 0 2 1
	1/24		1/24	Z 5 J 0 4 5
	1/38		1/38	5 J 0 4 6
	5/01		5/01	5 J 0 4 7
	21/30		21/30	
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 20 頁)				

(21) 出願番号 特願2000-27634 (P2000-27634)

(22) 出願日 平成12年2月4日 (2000.2.4)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 南雲 正二

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72) 発明者 川端 一也

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

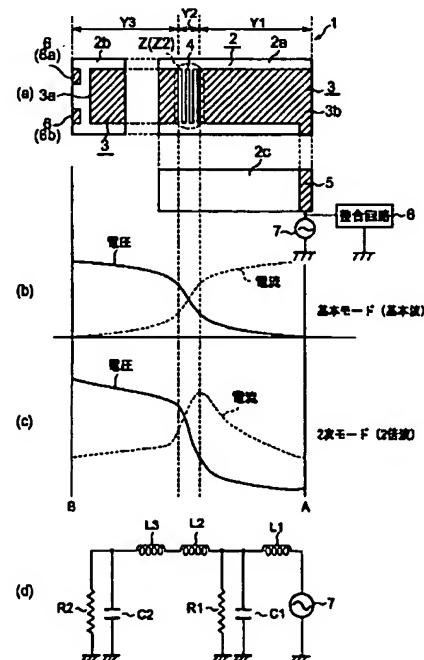
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面実装型アンテナおよびそのアンテナを装備した通信装置

(57) 【要約】

【課題】 基本モードと高次モードの共振周波数差を拡大すると共に共振周波数の調整設定を容易にする。

【解決手段】 給電放射電極3における高次モード（2次モード）の最大共振電流領域Zにミアンダ状のパターン4を部分的に形成して局所的に直列インダクタンス成分を付加し、これにより、単位長さ当たりの電気長を他の領域よりも長くする。この構成により、基本モードと高次モードの共振周波数差を大きく変化させて制御できる。ミアンダ状のパターン4のライン本数やライン間隔を変更することで上記直列インダクタンス成分の大きさが可変して、2次モードの共振周波数を基本モードの共振周波数と独立した状態で変更することができる。大きな設計変更を行うことなく、マルチバンド対応のニーズに合った周波数特性を持つ表面実装型アンテナ1を簡単に効率良く設計することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路に沿って、単位長さ当たりの電気長の短い領域と、電気長の長い領域とが交互に直列に設けられていることを特徴とした表面実装型アンテナ。

【請求項 2】 誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路上であって、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む基本モードの最大共振電流領域と、高次モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む高次モードの最大共振電流領域との一方又は両方に直列インダクタンス成分が局所的に付加されていることを特徴とする表面実装型アンテナ。

【請求項 3】 直列インダクタンス成分は給電放射電極に形成したミアンダ状のパターンであることを特徴とする請求項 2 記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 4】 直列インダクタンス成分はミアンダ状のライン間隔が狭められてそのライン間容量が増加されていることを特徴とする請求項 3 記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 5】 誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路に沿って、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む基本モードの最大共振電流領域と、高次モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む高次モードの最大共振電流領域との一方又は両方の位置に並列容量成分が等価的な直列インダクタンス成分として局所的に付加されていることを特徴とする表面実装型アンテナ。

【請求項 6】 誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極には一端側から他端側にかけて連続するヘリカルパターンが形成されており、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路上であって、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む基本モードの最大共振電流領域と、高次モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む高次モードの最大共振電流領域との一方又は両方にはヘリカルライン間隔が局所的に狭められた直列インダクタンス成分が付加されていることを

特徴とする表面実装型アンテナ。

【請求項 7】 誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路上であって、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む基本モードの最大共振電流領域と、高次モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む高次モードの最大共振電流領域との一方又は両方の誘電体基体の位置に他の部位よりも誘電率が大きい等価的な直列インダクタンス付加用誘電体が直列インダクタンス成分として局所的に設けられていることを特徴とする表面実装型アンテナ。

【請求項 8】 給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路上であって、基本モードの最大共振電流領域と高次モードの最大共振電流領域の一方又は両方の誘電体基体の位置に他の部位よりも誘電率が大きい等価的な直列インダクタンス付加用誘電体が直列インダクタンス成分として局所的に設けられていることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 6 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 9】 給電放射電極における電気長の長い領域は、請求項 3 乃至請求項 7 の何れか 1 つに記載の直列インダクタンス成分が局所的に付加されて電気長が長くなっていることを特徴とした請求項 1 記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 10】 誘電体基体には給電放射電極の他に無給電放射電極が設けられ、無給電放射電極は前記給電放射電極の基本モードと高次モードのうちの 1 つ以上のモードの共振波と複共振する構成と成して、その複共振するモード波の広帯域化が図られていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 11】 無給電放射電極は電流経路に沿って、単位長さ当たりの電気長の短い領域と、電気長の長い領域とが順に直列に設けられていることを特徴とした請求項 10 記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 12】 無給電放射電極の電流経路には、給電放射電極の基本モードに複共振する複共振モード電流の最大領域と給電放射電極の高次モードに複共振する複共振モード電流の最大領域の一方又は両方に請求項 2 乃至請求項 6 のいずれか 1 つに記載の直列インダクタンス成分が局所的に付加されていることを特徴とする請求項 10 記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 13】 無給電放射電極側の誘電体基体領域には、給電放射電極の基本モードに複共振する複共振モード電流の最大領域と給電放射電極の高次モードに複共振する複共振モード電流の最大領域のうちの一方又は両方の位置に他の部位よりも誘電率が大きい等価的な直列インダクタンス付加用誘電体が局所的に設けられていることを

特徴とする請求項 10 又は請求項 12 記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 14】 給電放射電極の電流の流れのベクトル方向と無給電放射電極の電流の流れのベクトル方向とは略直交方向と成したことを特徴とする請求項 10 乃至請求項 13 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ。

【請求項 15】 請求項 1 乃至請求項 14 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナが装備されていることを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は異なる周波数帯域の信号（電波）を送受信可能な表面実装型アンテナおよびそのアンテナを装備した携帯型電話機等の通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、1つの端末で、GSM（Global System for Mobile communication systems）とDCS（Digital Cellular system）、PDC（Personal Digital Cellular telecommunication system）とPHS（Personal Handyphone System）等のように、複数のアプリケーションに対応できるマルチバンド対応化のものが市場的に要求されている。その要求に応えるための、異なる周波数帯域の信号を送受信可能な表面実装型アンテナの一例として、特開平 11-214917 号公報に多周波アンテナが提案されている。

【0003】このアンテナは図 22（a）に示すように、接地板 101 上に誘電体 105 が配され、この誘電体 105 の上面に切欠き部 106 を有する導体板 102 を設けたものである。そして、給電線 104 を介して供給される給電信号によって、導体板 102 に短絡板 103 側から反対側に向けて L1 の経路で基本モードの電流が流れ、L3 の経路で高次モード（この例では 3 次モード）の電流が流れる。これにより、このアンテナは、同図（b）の周波数特性に示されるように、基本モードによる共振周波数 f1 と高次モードの共振周波数 f3 との 2 つの周波数を用いて送受信を行うものである。

【0004】なお、この明細書では、予め定められている複数の共振モードのうち、最低の共振周波数を持つものを基本モードと述べ、また、それよりも高い共振周波数を持つものを高次モードと述べている。さらに、高次モードの中でも、共振周波数の低いものから順に 2 次モード、3 次モード、・・・という如く、区別して述べる場合もある。

【0005】上記提案例のような共通の導体板 102 上の一端側から他端側に向けて基本モードと高次モードの電流を流す場合、各モードの共振周波数の差は電流の流れの経路長さによって定まる。一般に、導体板 102 の一端側から他端側に至る距離は基本モードを基準として該基本モードの実効波長 λ の約 1/4 の長さに設定され

る（この設定長によって基本モードは該基本モードの設定共振周波数で共振する）。このことから、高次モードを設定の共振周波数で共振させるためには基本モードの電流経路長に対して差を与えなければならない。この点に関し、提案例では、高次モードの電流が最大となる点において、切欠き部 106 を設けることによって高次モードの電流経路 L3 を変化させ、この変化分だけ電流経路 L3 の長さを長くすることで高次モードの共振周波数 f3 を調整設定している。

10 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記提案例においては、共通の導体板 102 を利用して基本モードと高次モードの信号を共振するため、基本モードと高次モードをそれぞれ個別の導体板を用いて共振する場合に比べアンテナの小型化が可能である。しかしながら、上記提案例は切欠き部 106 を設ける構成のものであるため、その切欠き部 106 を設けるスペースを導体板 102 上に確保しなければならず、アンテナの小型化に支障を来すと考えられる。

20 【0007】また、提案例は、切欠き部 106 を迂回させて高次モードの電流経路を増加する方式であるため、切欠き部 106 の周囲長の変化（切欠き部 106 の形状変化）に対応する電流迂回経路の変化の程度が小さい。したがって、基本モードと高次モードの共振周波数差を広範囲に調整設定することができないと考えられる。

30 【0008】さらに、切欠き部 106 の周囲長（形状）を調整して高次モードの共振周波数を正確に制御することは容易ではなく、品質および信頼性の高いアンテナを効率良く製造し安価に提供することは難しいと考えられる。

40 【0009】本発明は上記事情に鑑み成されたものであり、その目的は、装置の小型化を図ることができ、しかも、基本モードと高次モードの共振周波数差を広範囲に調整設定することができる上に、基本モードと高次モードの各共振周波数を両方共に所望の設定周波数に精度良く制御することを可能にして、品質と信頼性の高い表面実装型アンテナおよびそのアンテナを備えた通信装置を効率良く安価に提供することにある。

【0010】

50 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第 1 の発明の表面実装型アンテナは、誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路に沿って、単位長さ当たりの電気長の短い領域と、電気長の長い領域とが交互に直列に設けられている構成をもって前記課題を解決する手段としている。



【0011】第2の発明の表面実装型アンテナは、誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路上であって、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む基本モードの最大共振電流領域と、高次モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む高次モードの最大共振電流領域との一方又は両方に直列インダクタンス成分が局所的に付加されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0012】第3の発明の表面実装型アンテナは、上記第2の発明の構成を備え、直列インダクタンス成分は給電放射電極に形成したミアンダ状のパターンであることを特徴として構成されている。

【0013】第4の発明の表面実装型アンテナは、上記第3の発明の構成を備え、直列インダクタンス成分はミアンダ状のライン間隔が狭められてそのライン間容量が増加されていることを特徴として構成されている。

【0014】第5の発明の表面実装型アンテナは、誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路に沿って、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む基本モードの最大共振電流領域と、高次モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む高次モードの最大共振電流領域との一方又は両方の位置に並列容量成分が等価的な直列インダクタンス成分として局所的に付加されていることを特徴として構成されている。

【0015】第6の発明の表面実装型アンテナは、誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグランド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極には一端側から他端側にかけて連続するヘリカルパターンが形成されており、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路上であって、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む基本モードの最大共振電流領域と、高次モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む高次モードの最大共振電流領域との一方又は両方にはヘリカルライン間隔が局所的に狭められた直列インダクタンス成分が付加されていることを特徴として構成されている。

【0016】第7の発明の表面実装型アンテナは、誘電体基体を有し、この誘電体基体の実装底面に対向する上面には給電放射電極が形成され、この給電放射電極の一端側には開放端が設けられ、他端側には給電端子又はグラ

ンド短絡端子が設けられ、前記給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路上であって、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む基本モードの最大共振電流領域と、高次モードの共振電流が極値となる最大電流部を含む高次モードの最大共振電流領域との一方又は両方の誘電体基体の位置に他の部位よりも誘電率が大きい等価的直列インダクタンス付加用誘電体が直列インダクタンス成分として局所的に設けられていることを特徴として構成されている。

【0017】第8の発明の表面実装型アンテナは、上記第2～第6の発明の何れか1つの発明の構成を備え、給電放射電極の一端側と他端側間に流れる電流の経路上であって、基本モードの最大共振電流領域と高次モードの最大共振電流領域の一方又は両方の誘電体基体の位置に他の部位よりも誘電率が大きい等価的直列インダクタンス付加用誘電体が直列インダクタンス成分として局所的に設けられていることを特徴として構成されている。

【0018】第9の発明の表面実装型アンテナは、前記第1の発明の構成を備え、給電放射電極における電気長の長い領域は、上記第3～第7の発明の何れか1つの発明を構成する直列インダクタンス成分が局所的に付加されて電気長が長くなっていることを特徴として構成されている。

【0019】第10の発明の表面実装型アンテナは、上記第1～第9の発明の何れか1つの発明の構成を備え、誘電体基体には給電放射電極の他に無給電放射電極が設けられ、無給電放射電極は前記給電放射電極の基本モードと高次モードのうちの1つ以上のモードの共振波と複共振する構成と成して、その複共振するモード波の広帯域化が図られていることを特徴として構成されている。

【0020】第11の発明の表面実装型アンテナは、上記第10の発明の構成を備え、無給電放射電極は電流経路に沿って、単位長さ当たりの電気長の短い領域と、電気長の長い領域とが順に直列に設けられていることを特徴として構成されている。

【0021】第12の発明の表面実装型アンテナは、上記第10の発明の構成を備え、無給電放射電極の電流経路には、給電放射電極の基本モードに複共振する複共振モード電流の最大領域と給電放射電極の高次モードに複共振する複共振モード電流の最大領域の一方又は両方に上記第2～第6の発明のいずれか1つの発明を構成する直列インダクタンス成分が局所的に付加されていることを特徴として構成されている。

【0022】第13の発明の表面実装型アンテナは、上記第10又は第12の発明の構成を備え、無給電放射電極側の誘電体基体領域には、給電放射電極の基本モードに複共振する複共振モード電流の最大領域と給電放射電極の高次モードに複共振する複共振モード電流の最大領域のうちの一方又は両方の位置に他の部位よりも誘電率が大きい等価的直列インダクタンス付加用誘電体が局所的

10

20

30

40

50

に設けられていることを特徴として構成されている。

【0023】第14の発明の表面実装型アンテナは、上記第10～第13の発明の何れか1つの発明の構成を備え、給電放射電極の電流の流れのベクトル方向と無給電放射電極の電流の流れのベクトル方向とは略直交方向と成したことを特徴として構成されている。

【0024】第15の発明の通信装置は、上記第1～第14の発明の何れか1つの発明の表面実装型アンテナが装備されていることを特徴として構成されている。

【0025】上記構成の発明において、例えば、給電放射電極における電流の経路上には、基本モードの最大共振電流領域と高次モードの最大共振電流領域の一方又は両方に、例えばミアンダ状のパターンが形成されて、直列インダクタンス成分が局所的に付加されて単位当たりの電気長が他の領域よりも長くなっている。これにより、給電放射電極は単位長さ当たりの電気長の長い領域と電気長の短い領域とが交互に直列に設けられている構成と成す。

【0026】上記のように、基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域に直列インダクタンス成分を局所的に付加して電気長を長くすることにより、基本モードと高次モードの共振周波数差を変化させることができる。また、その直列インダクタンス成分の大きさを局所的に変更することによって、最大共振電流領域に直列インダクタンス成分が付加されているモードの共振周波数を他のモードとは独立的に、しかも簡単に変更することができる。その上、その直列インダクタンス成分の変更による共振周波数の変更調整が可能な範囲は広いことから、基本モードと高次モードの共振周波数差を広範囲に調整設定することができる。上記のことから、端末のマルチバンド化というニーズに合った周波数特性を有する表面実装型アンテナを容易に効率良く提供することが可能となってアンテナの自由度が向上する。また、表面実装型アンテナの低コスト化を図ることができ、しかも、表面実装型アンテナの品質と信頼性を向上させることもできる。

【0027】さらに、上記直列インダクタンス成分を付加するための例えばミアンダ状パターン等は給電放射電極の面積を殆ど増加することなく形成することができるので、表面実装型アンテナの小型化を図ることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【0029】図1(a)には第1の実施形態例の表面実装型アンテナが模式的に示されている。この第1の実施形態例の表面実装型アンテナ1は基本モードと高次モード(この第1の実施形態例では2次モード)の2つの周波数帯域の信号の送受信が可能なデュアルバンドタイプのもので、非グランド実装の直接励振入/4共振型のア

ンテナである。この表面実装型アンテナ1は直方体状の誘電体基体2の表面上に給電放射電極3等が形成されて成るものである。なお、図1(a)では、上記誘電体基体2の上面2aと側面2b、2cの各表面形態が展開状態で図示されている。

【0030】この図1(a)に示すように、上記誘電体基体2の上面2aから側面2bに掛けて給電放射電極3が帯状に形成されており、この給電放射電極3には、この第1の実施形態例において特徴的なミアンダ状のパターン4が局所的に形成されている。該給電放射電極3の図の左端3aは開放端と成し、右端3b側には給電端子5が連通接続されている。この給電端子5は上記給電放射電極3の右端3b側から側面2cに伸長形成され、さらに、底面側に回り込んでいる。

【0031】また、前記誘電体基体2の側面2bには上記給電放射電極3の開放端3aに間隔を介して対向する固定接地電極6(6a、6b)が設けられている。

【0032】上記のような表面実装型アンテナ1は、誘電体基体2の上面2aに対向する底面(図示せず)を実装底面として、通信装置の回路基板に実装される。なお、この表面実装型アンテナ1は非グランド実装型であるので、通信装置の回路基板に形成される非グランド領域に実装されることとなる。

【0033】通信装置の回路基板には信号供給源7と整合回路8が形成されており、表面実装型アンテナ1を回路基板に実装することによって、表面実装型アンテナ1の給電端子5は上記整合回路8を介して信号供給源7に導通接続されることとなる。なお、上記整合回路8は通信装置の回路基板に組み込まれていたが、誘電体基体2の表面に電極パターンの一部として形成することも可能である。

【0034】上記のように表面実装型アンテナ1が回路基板に実装されている状態で、上記信号供給源7から整合回路8を介して給電端子5に信号が供給されると、その信号は給電端子5から給電放射電極3に直接的に供給される。この信号供給によって、給電放射電極3の右端3bからミアンダ状のパターン4を介し開放端3aに向けて電流が流れる。これにより給電放射電極3が共振して信号の送受信が行われる。

【0035】ところで、図2には、給電放射電極3の一般的な電流分布が点線により、また、電圧分布が実線により、それぞれ各モード毎に示されている。この図2では、A端部側は給電放射電極3の信号供給側の端部側(図1の表面実装型アンテナ1では給電放射電極3の右端3b側)に対応し、B端部側は給電放射電極3の他方の端部側(図1の表面実装型アンテナ1では給電放射電極3の開放端3a側)に対応している。

【0036】この図2に示すように、各モード毎にそれぞれ固有の電流分布および電圧分布を持ち、例えば、基本モードの共振電流が極値となる最大電流部1maxを含

む最大共振電流領域Z (Z1)は給電放射電極3の右端3b側に有り、高次モードである2次モードの共振電流が極値となる最大電流部I<sub>max</sub>を含む最大共振電流領域Z (Z2)は給電放射電極3のほぼ中央部に有るという如く、給電放射電極3における各モードの最大共振電流領域Zは互いに異なる部位に位置している。

【0037】本発明者は、基本モードと高次モード(2次モードや3次モード)の一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに、電流の通電方向に沿って直列にインダクタンス成分を局所的に付加して上記最大共振電流領域Zの単位長さ当たりの電気長を他の領域よりも長くすると、その直列インダクタンス成分が付加されたモードの電流分布と電圧分布が大きく変化して基本モードと高次モードの共振周波数差が大きく変化し、それを制御することが可能であることに着目した。

【0038】このことから、この第1の実施形態例では、給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Z (Z2)にミアンダ状のパターン4を部分的に形成し、該ミアンダ状のパターン4によって、2次モードの最大共振電流領域Zに局所的に直列インダクタンス成分を付与する構成とした。これにより、この第1の実施形態例では、給電放射電極3の上記最大共振電流領域Z (Z2)は、給電放射電極3の他の領域よりも単位長さ当たりの電気長が長くなることとなり、給電放射電極3は、信号供給側(給電端子5側)から順に、電気長の長い領域Y1と電気長の短い領域Y2と電気長の長い領域Y3とが直列に設けられた構成と成す。なお、図1

(d)には上記給電放射電極3の等価回路が示されている。この図1(d)に示すL1は上記電気長の短い領域Y1におけるインダクタンス成分を表し、L2は上記ミアンダ状のパターン4によって局所的に付加された直列インダクタンス成分を表し、該直列インダクタンス成分L2は上記インダクタンス成分L1よりも大きいものである。また、L3は上記電気長の短い領域Y3におけるインダクタンス成分を表し、このインダクタンス成分L3は上記直列インダクタンス成分L2よりも小さいものである。また、C1、C2はそれぞれ給電放射電極3とグランド間の容量を表し、R1、R2はそれぞれ給電放射電極3における導通抵抗成分を表している。

【0039】上記のように給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Zにミアンダ状のパターン4を部分的に形成することにより、図1(c)に示すように、2次モードの電流分布と電圧分布が大きく変化しており、基本モードと高次モードの共振周波数差を変化させて制御することが可能となった。なお、図1(b)には、2次モードの最大共振電流領域Z (Z2)に上記ミアンダ状のパターン4を形成した場合における基本モードの電流分布と電圧分布が示されている。この図1

(b)に示されるように、上記2次モードの最大共振電流領域Zにミアンダ状のパターン4を形成しても、その

ミアンダ状のパターン4は基本モードの電流分布と電圧分布に大きな影響を及ぼさない。

【0040】また、上記ミアンダ状のパターン4による直列インダクタンス成分を変更することによって、基本モードの共振周波数f1を変化させずに、2次モードの共振周波数f2のみをほぼ独立的に容易に変更設定できる。このことは本発明者の実験により確認されている。

【0041】その実験とは、上記ミアンダ状のパターン4のミアンダラインの本数を可変することでミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分の大きさを可変し、これにより、基本モードと2次モードの各共振周波数f1、f2がどのように変化するかを調べた。この実験結果が図3(a)、(b)に示されている。この実験結果からも明らかなように、ミアンダ状のパターン4のミアンダライン本数が増加してミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分が大きくなるに従って、2次モードの共振周波数f2は低くなる方向に大きく変化している。換言すれば、ミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分が小さくなるに従って、2次モードの共振周波数f2は高くなる方向に変化している。

【0042】これに対して、基本モードの共振周波数f1は上記ミアンダ状のパターン4のミアンダライン本数の増減(インダクタンス成分の増減)に拘わらずに、殆ど変化していない。

【0043】上記実験結果にも示されるように、給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Z (Z2)にミアンダ状のパターン4を部分的に形成して直列インダクタンス成分を局所的に付加する構成とし、そのミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分の大きさを可変制御することにより、基本モードの共振周波数f1を変化させずに、高次モード(2次モード)の共振周波数f2のみを可変設定させることができる。

【0044】なお、ミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分は上記のようにミアンダライン本数を増減させることで変化させることができるが、それ以外にも、図4に示すようなミアンダ状のパターン4のミアンダピッチdを広狭させることで、ミアンダライン間に生じる容量を変化させてミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分を増減させることもできる。また、ミアンダ状のパターン4のミアンダラインの細さを変化させることでも、ミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分を変化させることが可能である。

【0045】この第1の実施形態例では、上記のように表面実装型アンテナ1が形成されているので、表面実装型アンテナ1の設計段階において、例えば、給電放射電極3の図1の右端3bから開放端3aまでの長さを基本モードにおける実効波長λの約1/4の長さに設定することで、基本モードの共振周波数を設定の周波数とすることができる。また、2次モードに関しては、2次モードの共振周波数が設定の周波数となるように、2次モー

ドの最大共振電流領域Z(Z2)に形成されているミアンダ状のパターン4の直列インダクタンス成分の大きさを設定し、この設定に基づいて上記ミアンダ状のパターン4のミアンダライン本数やミアンダピッチdを設計することによって、2次モードの共振周波数においても、設定の共振周波数とすることができることとなる。

【0046】この第1の実施形態例によれば、給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)にミアンダ状のパターン4を部分的に設けたので、そのミアンダ状のパターン4によって、上記2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に局所的に直列インダクタンス成分を付加することができ電氣長を他の領域よりも長くすることができる。これにより、基本モードと高次モードの共振周波数差を変化させて制御することができる。

【0047】また、この第1の実施形態例では、上記のように、ミアンダ状のパターン4を利用して直列インダクタンス成分を局所的に付加しており、上記ミアンダ状のパターン4のミアンダライン本数やミアンダピッチdやミアンダラインの細さ等を変更することによって、上記直列インダクタンス成分の大きさを可変することができるので、ミアンダ状のパターン4の設計変更を行うだけで、非常に容易に上記2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)における電氣長を長くすることができ、2次モードの共振周波数f2の調整設定を簡単に行うことができる。

【0048】しかも、その直列インダクタンス成分(電氣長)の変更による2次モードの共振周波数f2の調整設定は基本モードの共振周波数とほぼ独立した状態で行うことができるので、上記直列インダクタンス成分の変更による基本モードへの悪影響を気にすることなく、2次モードの共振周波数f2の調整設定を行うことができることとなる。また、上記直列インダクタンス成分を大きく変化させることが可能であるので、2次モードの共振周波数f2の変更可能な制御範囲を広くすることができる。上記のことから、マルチバンド対応のニーズに合った周波数特性を持つ表面実装型アンテナ1の設計自由度が上がりと共に、そのような表面実装型アンテナ1を容易に効率良く提供することができることとなり、表面実装型アンテナ1の低コスト化を図ることができる。

【0049】さらに、前記図22に示すような提案例では、前述したように、導体板102に大きな切欠き部106を形成して高次モードの電氣長を可変することで高次モードの共振周波数の可変設定を行っていたので、大きな切欠き部106を設けることによって装置が大型化するという問題があった。

【0050】これに対して、この第1の実施形態例では、上記ミアンダ状のパターン4による上記直列インダクタンス成分の局所的な付加によって、高次モードの共振周波数の設定を行っており、そのミアンダ状のパター

ン4の形成領域は非常に小さくて済むので、表面実装型アンテナ1の大型化を防止することができる。

【0051】さらに、この第1の実施形態例に示すように、上記ミアンダ状のパターン4による直列インダクタンス成分を利用して2次モードの共振周波数f2を設定することにより、2次モードの共振周波数f2の制御が容易となり、共振周波数f2を精度良く設定の周波数とすることが可能となる。これにより、品質および信頼性の高い表面実装型アンテナ1を提供することができることとなる。

【0052】さらに、加工精度の問題から、表面実装型アンテナ1の2次モードの共振周波数f2が、図5の実線に示すように、設定の周波数f2'よりも高い方にずれている場合には、例えば、上記ミアンダ状のパターン4をトリミングによって細くして該ミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分を高めることによって、上記2次モードの共振周波数を上記設定の周波数f2'に向けて下げる周波数調整を行うことができ、2次モードの共振周波数を設定の周波数に合わせることができる。

【0053】このようなトリミングによる周波数調整を行う場合には、そのトリミングによるミアンダ状のパターン4のインダクタンス成分の変動は、基本モードには大きな影響を与えないので、基本モードの共振周波数f1を殆ど変化させずに、周波数調整対象の2次モードの共振周波数f2のみを調整することができ、非常に好都合である。

【0054】また、基本モードと2次モードの両方の共振周波数f1、f2が共に設定の周波数よりも低い方にずれている場合には、給電放射電極3の開放端3aをトリミングして該開放端3aとグランド間の容量を小さくすることによって、上記基本モードと2次モードの両方の共振周波数f1、f2をほぼ同じ周波数分( $\Delta f$ )ずつ高めることができる。

【0055】なお、上記第1の実施形態例では、非グランド実装タイプで直接励振入/4共振型の表面実装型アンテナ1を例にして説明したが、もちろん、上記非グランド実装タイプで直接励振入/4共振型以外のデュアルバンド対応の表面実装型アンテナ1も同様な構成を備えることができる。例えば、図6にはグランド実装タイプで直接励振入/4共振型の表面実装型アンテナ1の一例が、また、図7には容量給電入/4型の表面実装型アンテナ1の一例が、さらに、図8には逆Fタイプの表面実装型アンテナ1の一例がそれぞれ各モードの電流分布、電圧分布と共に示されている。なお、図6～図8において、前記図1に示す表面実装型アンテナ1と同一構成部分には同一符号を付してあり、その詳細な説明は省略する。

【0056】上記図6に示す表面実装型アンテナ1は上記図1に示す表面実装型アンテナ1と同様に、基本モードと2次モード(高次モード)の2つの周波数帯域での

電波の送受信が可能なものであり、図7と図8に示す各表面実装型アンテナ1は基本モードと3次モード（高次モード）の2つの周波数帯域での信号の送受信が可能なものである。

【0057】図6に示す表面実装型アンテナ1では、給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Zにミアンダ状のパターン4が部分的に形成され、2次モードの最大共振電流領域Zに局所的に直列インダクタンス成分が付加されている。また、図7と図8に示す各表面実装型アンテナ1では、給電放射電極3における3次モードの最大共振電流領域Zにミアンダ状のパターン4が部分的に形成され、3次モードの最大共振電流領域Zに局所的に直列インダクタンス成分が付加されている。なお、図7と図8の各表面実装型アンテナ1では、給電放射電極3の開放端の反対側の端部側にはグラウンド短絡端子9が設けられている。

【0058】これら図6～図8に示す各表面実装型アンテナ1に関しても、前記図1に示す表面実装型アンテナ1と同様な特有な構成を備えることによって、上記図1に示す表面実装型アンテナ1と同様の優れた効果を得ることが可能である。

【0059】以下に、第2の実施形態例を説明する。この第2の実施形態例において特徴的なことは、図9

(a)に示すように、前記第1の実施形態例の構成に加えて、さらに給電放射電極3における基本モードの最大共振電流領域Z（Z1）にミアンダ状のパターン10を形成したことである。それ以外の構成は前記第1の実施形態例と同様であり、この第2の実施形態例の説明において、前記第1の実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0060】この第2の実施形態例では、上記したように、給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）だけでなく、基本モードの最大共振電流領域Z（Z1）にもミアンダ状のパターン10を形成した。これにより、給電放射電極3における基本モードと2次モードの各最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分が局所的に設けられることとなり、それら各最大共振電流領域Zの単位長さ当たりの電気長が他の領域よりも長くなる。つまり、この第2の実施形態例に示す給電放射電極3は、信号供給側から順に、電気長の長い領域X1と電気長の短い領域X2と電気長の長い領域X3と電気長の短い領域X4が直列に設けられている構成と成す。

【0061】なお、図9（b）にはこの第2の実施形態例における給電放射電極3の等価回路が示されている。この図9（b）に示すL1は上記ミアンダ状のパターン10によって基本モードの最大共振電流領域Z1に局所的に付加されたインダクタンス成分を表し、L2は電気長の短い領域X2のインダクタンス成分を表し、該インダクタンス成分L2は上記インダクタンス成分L1より

も小さいものである。また、L3はミアンダ状のパターン4によって2次モードの最大共振電流領域Z2に局所的に付加されたインダクタンス成分を表し、該インダクタンス成分L3は上記インダクタンス成分L2よりも大きいものである。さらに、L4は上記電気長の短い領域X4のインダクタンス成分を表し、該インダクタンス成分L4は上記インダクタンス成分L3よりも小さいものである。さらにまた、C1、C2はそれぞれ給電放射電極3とグラウンド間の容量を表し、R1、R2はそれぞれ給電放射電極3における導通抵抗成分を表している。

【0062】上記のように給電放射電極3を構成することにより、より一層、基本モードと高次モードの共振周波数差を変化させて制御することが可能となり、また、2次モードの共振周波数f2だけでなく、基本モードの共振周波数f1をも容易に変更設定することができることとなる。

【0063】本発明者は、上記基本モードの最大共振電流領域Z（Z1）に形成されたミアンダ状のパターン10のミアンダライン本数を変更することでミアンダ状のパターン10のインダクタンス成分を可変して、基本モードの共振周波数f1がどのように変化するかを実験により調べた。この実験結果が図10（a）、（b）に示されている。

【0064】この実験結果に示されているように、上記ミアンダ状のパターン10のミアンダライン本数が増加して直列インダクタンス成分が大きくなるに従って、基本モードの共振周波数f1は低下している。換言すれば、ミアンダ状のパターン10のミアンダライン本数が減少して直列インダクタンス成分が小さくなるに従って、基本モードの共振周波数f1は高くなっている。これに対して、ミアンダ状のパターン10のミアンダライン本数の変更に関わらずに、2次モードの共振周波数f2はほぼ一定である。

【0065】このように、ミアンダ状のパターン10によって基本モードの最大共振電流領域Z（Z1）に局所的に付与する直列インダクタンス成分を変化させることで、基本モードの共振周波数f1を2次モードの共振周波数f2と独立した状態で変更させることができる。もちろん、ミアンダ状のパターン10のミアンダライン本数の変更だけでなく、前記同様に、ミアンダ状のパターン10のミアンダピッチdやミアンダラインの細さを変更することにより、ミアンダ状のパターン10の等価的直列インダクタンス成分を可変して基本モードの共振周波数f1の変更設定を行ってもよい。

【0066】この第2の実施形態例によれば、2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）に局所的に直列インダクタンス成分を付与するミアンダ状のパターン4を設けると共に、基本モードの最大共振電流領域Z（Z1）にも局所的に直列インダクタンス成分を付与するミアンダ状のパターン10を設けて、基本モードと高次モードの

各最大共振電流領域Zの電気長を他の領域よりも長くする構成としたので、基本モードと高次モードの共振周波数差をより一層広範囲において制御することが可能となる。

【0067】また、上記ミアンダ状のパターン4、10を設計変更するだけで、大きな設計変更を行うことなく、基本モードと高次モードの各共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ をそれぞれ容易に変更設定することができる。さらに、基本モードの共振周波数 $f_1$ と2次モードの共振周波数 $f_2$ とをそれぞれ独立した状態で精度良く制御することができるので、マルチバンド対応の設計自由度が上がり、上記各共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ をそれぞれ、容易に、所望の設定周波数に精度良く調整設定することができることとなる。これにより、品質と信頼性の高い表面実装型アンテナ1を提供することができる。

【0068】さらに、上記ミアンダ状のパターン4、10による直列インダクタンス成分の変更によって基本モードと高次モードの各共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の調整設定を行う方式とすることにより、その各共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の変更可能な制御範囲を広げることができる。

【0069】上記のことから、より一層、マルチバンド対応のニーズに合った表面実装型アンテナ1を容易に効率良く提供することができ、表面実装型アンテナ1の低コスト化を図ることができることとなる。また、ミアンダ状のパターン4、10の形成領域は小さくて済むので、表面実装型アンテナ1の小型化を図ることができることとなる。

【0070】さらに、この第2の実施形態例においても、加工精度の問題によって、表面実装型アンテナ1の基本モードと2次モードの各共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ が設定の周波数からずれていても、前記第1の実施形態例で述べたように、例えば、トリミングによって上記ミアンダ状のパターン4、10の各インダクタンス成分をそれぞれ変化させることで基本モードと2次モードの各共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の周波数調整を行って、基本モードと2次モードの各共振周波数をそれぞれ独立した状態で設定の周波数に合わせることが可能となる。これにより、より一層、品質と信頼性の高い表面実装型アンテナ1を提供することができることとなる。

【0071】なお、この第2の実施形態例では、図9に示す表面実装型アンテナ1を例にして説明したが、もちろん、前記したような図6～図8に示すような各表面実装型アンテナ1に、この第2の実施形態例において特徴的な構成（つまり、基本モードの最大共振電流領域Z（Z1）（給電放射電極3の信号供給側の端部領域）にミアンダ状のパターン10を部分的に設けて直列インダクタンス成分を局所的に付加する構成）を設けてもよい。この場合にも、上記したような優れた効果を奏することができる。

【0072】以下に、第3の実施形態例を説明する。な

お、この第3の実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0073】ところで、図11（a）に示すように、電流が流れる電流経路（伝送線）12に並列的に容量成分Cを設けると、図11（b）に示すように、その並列容量成分Cが設けられた部分に直列的にインダクタンス成分Lを設けたことと等価な状態となる。

【0074】この第3の実施形態例では、上記現象を利用して、基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに局所的に等価的な直列インダクタンス成分を付加する構成とした。図12（a）、

（b）、（c）には、それぞれ、その構成を持つ表面実装型アンテナ1の具体例が示されている。

【0075】図12（a）、（b）、（c）に示す各表面実装型アンテナ1では、2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）に等価的な直列インダクタンス成分を局所的に付加する構成となっている。つまり、図12（a）に示す例では、帯状の給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）の側部に切り込み部13が設けられ、また、並列容量装荷用電極14が上記切り込み部13に間隔を介して対向配設されている。このように、切り込み部13と並列容量装荷用電極14を設けることによって、2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）には上記切り込み部13と並列容量装荷用電極14間の容量成分Cが並列的に設けられることとなる。このため、上記したように、2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）に直列インダクタンス成分を付加したことと等価な状態となる。

【0076】また、図12（b）に示す例では、前記第1の実施形態例に示した図1の表面実装型アンテナ1の構成に加えて、並列容量装荷用電極14がミアンダ状のパターン4の曲がり部に間隔を介して対向配置されている。この場合にも、上記図12（a）と同様に、2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）におけるミアンダ状のパターン4に並列的に容量成分Cが設けられることとなる。このため、この図12（b）に示す例では、ミアンダ状のパターン4による直列インダクタンス成分と、ミアンダ状のパターン4と並列容量装荷用電極14間の容量成分Cに基づいた等価的な直列インダクタンス成分との合計の直列インダクタンス成分が2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）に付加されることとなる。

【0077】さらに、図12（c）に示す例では、前記第1の実施形態例に示した図1の表面実装型アンテナ1の構成に加えて、櫛形状の並列容量装荷用電極14がミアンダ状のパターン4のミアンダラインと間隔を介して噛み合うように配置されている。この場合にも、上記図12（b）と同様に、2次モードの最大共振電流領域Z（Z2）におけるミアンダ状のパターン4に並列容量成分Cが設けられることとなり、ミアンダ状のパターン4



による直列インダクタンス成分だけでなく、上記ミアンダ状のパターン4と並列容量装荷用電極14間の容量成分Cに起因した等価的な直列インダクタンス成分をも2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に付加することができることとなる。

【0078】なお、上記並列容量成分Cを利用して等価的に直列インダクタンス成分を局部的に付加する構成は、上記図12(a)～(c)の形態に限定されるものではない。例えば、高次モードの最大共振電流領域Zに上記並列容量成分Cを設けるのではなく、基本モードの最大共振電流領域Z(Z1)に上記同様な構成を設けて並列容量成分Cによる等価的な直列インダクタンス成分を付加する構成としてもよい。

【0079】また、基本モードと高次モードの両方の最大共振電流領域Zにそれぞれ上記同様な構成を設けて並列容量成分Cによる等価的な直列インダクタンス成分を局部的に付加する構成としてもよい。例えば、上記図12(a)～(c)に示す各具体例の構成に加えて、基本モードの最大共振電流領域Z(Z1)に前記第2の実施形態例に示したようなミアンダ状のパターン10を形成してもよい。

【0080】さらに、上記図12(a)～(c)に示す各具体例は非グランド実装・直接励振入/4共振型のものであったが、もちろん、非グランド実装・容量給電入/4型のものや、グランド実装・直接励振入/4共振型のものや、グランド実装・容量給電入/4型のものや、逆Fタイプのものにも、この第3の実施形態例において特有な構成を備えてもよい。この場合にも、上記したような優れた効果を奏することができる。

【0081】この第3の実施形態例によれば、電流の通電経路に並列的に容量成分Cを設けることで、電流の通電経路に等価的な直列インダクタンス成分を付与することができる現象を利用して、基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局部的に付与する構成とした。この構成を備えることによって、上記各実施形態例と同様に、基本モードと高次モードの共振周波数差を変化することができるという効果と、基本モードと高次モードの各共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の制御が容易となって、設計自由度が向上し、マルチバンド対応等のニーズに合った表面実装型アンテナ1を容易に効率良く提供することができるという効果と、表面実装型アンテナ1の小型化・低コスト化を図ることができるという効果等の優れた効果を奏することができることとなる。

【0082】また、前記並列容量成分Cの大きさを可変することで上記等価的な直列インダクタンス成分の大きさを可変することができるので、加工精度の問題から、基本モードあるいは高次モードの共振周波数が設定の周波数からずれている場合には、例えば、上記並列容量装荷用電極14をトリミングして上記並列容量成分Cを可

変する等の上記局所的な直列インダクタンス成分の大きさ可変手法によって、上記共振周波数の調整を行うことが可能である。

【0083】以下に、第4の実施形態例を説明する。なお、この第4の実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0084】この第4の実施形態例において特徴的なことは、誘電体基体2が誘電率の異なる複数の誘電体片の接合体により構成され、基本モードと高次モードのうちの少なくとも一方の最大共振電流領域Zが形成される部位には高誘電率材料から成る誘電体片が配置されることである。

【0085】図13(a)にはその構成を持つ表面実装型アンテナ1の具体例が示されている。この図13

(a)に示す具体例では、誘電体基体2は2個の誘電体片15aと、これら誘電体片15aの誘電率よりも高い誘電率を持つ1個の誘電体片15bとを有し、上記2個の誘電体片15aが誘電体片15bを挟み込む形態で、例えば、セラミックス接着剤等で一体的に接合されている。上記高誘電率の誘電体片15bは2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に対応する部分に配置されている。

【0086】このように、誘電体基体2における2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に対応する部位に他の部位よりも高い誘電率を持つ誘電体片15bを配置することによって、給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)とグランド間の容量が他の領域よりも大きくなる。その2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)とグランド間の容量は給電放射電極3の電流経路に並列的に設けられているので、前記第3の実施形態例で述べたように、その並列容量成分Cに起因して2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に直列的にインダクタンス成分を局部的に付加することと等価な状態となる。

【0087】このように、この図13(a)に示す具体例では、誘電体基体2における上記2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に対応する部位に他の部位よりも高い誘電率を持つ誘電体片15bを介在させることによって、給電放射電極3の2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に局部的に直列インダクタンス成分を付加させることができる。つまり、誘電体片15bは等価的な直列インダクタンス付加用誘電体として機能するものである。

【0088】また、図13(b)にはその他の具体例が示されている。この図13(b)では、前記第1の実施形態例に示した図1の構成を備えると共に、上記図13(a)と同様に、等価的な直列インダクタンス付加用誘電体として機能する誘電体片15bを2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に対応する部位(つまり、ミアン

ダ状のパターン4が形成される部位)に配置している。この図13(b)に示す具体例では、上記誘電率が高い(誘電率が大)の誘電体片15bを設けることによって、給電放射電極3における2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)には、ミアンダ状のパターン4による直列インダクタンス成分だけでなく、ミアンダ状のパターン4とグラウンド間の他の部位よりも大きな並列容量成分Cに起因した等価的直列インダクタンス成分が付加されることとなる。さらに、図4に示すようなミアンダラインd間の容量が誘電体片15bによって、より増大され、等価的直列インダクタンス成分付加の効果がさらに増大される。

【0089】なお、上記の如く、高誘電材料を利用して直列インダクタンス成分を付加する構成は上記図13(a)、(b)の構成に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記図13(a)、(b)に示す各具体例では、高誘電材料を利用して、2次モードの最大共振電流領域Z(Z2)に直列インダクタンス成分を局所的に付与する構成であったが、例えば、2次モードではなく、基本モードの最大共振電流領域Z(Z1)に高誘電材料を利用した等価的直列インダクタンス成分を付与する構成としてもよい。この場合には、例えば、基本モードの最大共振電流領域Z(Z1)に対応する誘電体基体2の部位に上記のような等価的直列インダクタンス付加用誘電体である誘電率が大の誘電体片15bを配置する。

【0090】また、高誘電材料を利用して、基本モードと2次モードの両方の最大共振電流領域Zに等価的直列インダクタンス成分を局所的に付与する構成としてもよい。この場合には、例えば、基本モードと2次モードの各最大共振電流領域Zに対応する誘電体基体2の部位にそれぞれ上記等価的直列インダクタンス付加用誘電体である誘電率が大の誘電体片15bを配置する。

【0091】さらに、上記図13(a)、(b)に示す各具体例では、誘電体基体2は複数種の誘電体片15a、15bの接合体により構成されていたが、例えば、基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに対応する誘電体基体2の位置に溝部や貫通孔を設け、それら溝部や貫通孔に他の部位よりも誘電率が高い等価的直列インダクタンス付加用誘電体として機能する高誘電材料を充填してもよい。また、基本モードと高次モードの一方あるいは双方の最大共振電流領域Zに対応する位置に、誘電率の高い板状(チップ状)の片を貼り付ける構造としてもよい。

【0092】さらに、上記図13(b)に示す例では、前記第1の実施形態例において特有な構成を持つ表面実装型アンテナ1に、この第4の実施形態例において特有な構成を設けていたが、前記第2の実施形態例において特徴的な構成の表面実装型アンテナ1に、この第4の実施形態例において特有な構成を設けてもよいという如

く、前記第1～第3の各実施形態例のうちの1つ以上の実施形態例の特有な構成に、この第4の実施形態例において特有な構成を組み合わせてもよい。

【0093】さらに、上記図13(a)、(b)に示す各具体例は非グラウンド実装・直接励振入/4共振型のものであったが、もちろん、非グラウンド実装・容量給電入/4型のものや、グラウンド実装・直接励振入/4共振型のものや、グラウンド実装・容量給電入/4型のものや、逆Fタイプのものにも、この第4の実施形態例において特有な構成を備えてもよい。この場合にも、上記したような優れた効果を奏することができる。

【0094】この第4の実施形態例によれば、基本モードと高次モードの少なくとも一方の最大共振電流領域Zに対応する誘電体基体2の部位に他の部位よりも誘電率が高い等価的直列インダクタンス付加用誘電体を設けたので、基本モードあるいは高次モードの最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局所的に付与することができる。これにより、前記各実施形態例と同様の優れた効果を奏することができる。

【0095】以下に、第5の実施形態例を説明する。なお、この第5の実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0096】この第5の実施形態例において特徴的なことは、図14に示すように、給電放射電極3がヘリカルパターンにより構成されており、このようなヘリカル状の給電放射電極3における基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに局所的に直列インダクタンス成分を付与したことである。

【0097】ヘリカルパターンの給電放射電極3では、図14の領域Pのように、ヘリカルパターンのヘリカルライン間隔を局所的に狭めることにより、インダクタンス成分を部分的に高めることができる。また、ヘリカルライン本数やライン間隔、又は前記第4の実施形態例の如く誘電体基体2の局所的誘電率を変更することによって、上記局所的に高めるインダクタンス成分の大きさを変更することができる。このことを利用して、この第5の実施形態例では、基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに局所的に直列インダクタンス成分を付与する。

【0098】この第5の実施形態例によれば、ヘリカル状の給電放射電極3が設けられている表面実装型アンテナ1においても、基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに局所的に直列インダクタンス成分を設けることによって、上記各実施形態例と同様の優れた効果を奏することができる。

【0099】以下に、第6の実施形態例を説明する。なお、この第6の実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。



【0100】この第6の実施形態例において特徴的なことは、図15～図17に示すように、誘電体基体2の表面に給電放射電極3と共に無給電放射電極20が形成されている表面実装型アンテナ1において、上記各実施形態例と同様に、給電放射電極3における基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局所的に付加する構成としたことである。

【0101】図15、図16に示す各表面実装型アンテナ1では、1個の無給電放射電極20が設けられている。その無給電放射電極20の共振周波数 $f$ を給電放射電極3における基本モードの共振周波数 $f_1$ の近傍の周波数に設定することによって、図18(a)の周波数特性に示すように、その無給電放射電極20は給電放射電極3の基本モードの共振波と複共振する状態となり、基本モードの広帯域化を図ることができる。

【0102】また、上記無給電放射電極20の共振周波数 $f$ を給電放射電極3における高次モードの共振周波数 $f_2$ の近傍の周波数に設定することによって、図18(c)の周波数特性に示すように、その無給電放射電極20は給電放射電極3の高次モードの共振波と複共振する状態となり、高次モードの広帯域化を図ることができる。

【0103】図17に示す各表面実装型アンテナ1では、2個の無給電放射電極20(20a、20b)が設けられている。これら無給電放射電極20a、20bの各共振周波数 $f_a$ 、 $f_b$ をそれぞれ僅かずつずらして給電放射電極3の基本モードの共振周波数 $f_1$ の近傍に設定することによって、図18(b)に示すように、給電放射電極3の基本モードにおいて3重の複共振状態となり、給電放射電極3の基本モードのより一層の広帯域化を図ることが可能となる。

【0104】また、無給電放射電極20a、20bの各共振周波数 $f_a$ 、 $f_b$ をそれぞれ僅かずつずらして給電放射電極3の高次モードの共振周波数 $f_2$ の近傍に設定することによって、図18(d)に示すように、給電放射電極3の高次モードにおいて3重の複共振状態となり、給電放射電極3の高次モードのより一層の広帯域化を図ることが可能となる。

【0105】さらに、上記無給電放射電極20a、20bのうちの一方の共振周波数は給電放射電極3の基本モードの共振周波数 $f_1$ の近傍に設定し、他方の無給電放射電極の共振周波数は給電放射電極3の高次モードの共振周波数 $f_2$ の近傍に設定することにより、図18

(e)に示すように、給電放射電極3の基本モードと高次モードのそれぞれで複共振状態と成すことができ、基本モードと高次モードの両方の広帯域化を図ることができる。

【0106】上記図15～図17に示す各具体例では、上記第1の実施形態例に示したように、給電放射電極3

における高次モードの最大共振電流領域Zにミアンダ状のパターン4が形成されて直列インダクタンス成分が局所的に付与されている。これにより、前記第1の実施形態例に示したと同様の優れた効果を奏することができ

る。  
【0107】なお、図15(a)、(b)に示す各表面実装型アンテナ1は非グランド実装・直接励振入/4共振型のものである。図15(a)では、ミアンダ状の無給電放射電極20が誘電体基体2の上面2aに形成されているのに対して、図15(b)では、ミアンダ状の無給電放射電極20は誘電体基体2の側面2cに形成されており、図15(a)、(b)に示す各表面実装型アンテナ1は上記相違点を除いてほぼ同様な構成となっている。

【0108】また、図15(c)、(d)に示す各表面実装型アンテナ1はグランド実装・直接励振入/4共振型のものである。図15(c)では、ミアンダ状の無給電放射電極20は誘電体基体2の側面2dに形成されているのに対して、図15(d)では、ミアンダ状の無給電放射電極20は誘電体基体2の上面2aから側面2eに掛けて形成されている。また、図15(c)では、給電放射電極3は給電端子5側からミアンダ状のパターン4に向かうに従って幅が広がっているのに対して、図15(d)では、給電放射電極3の幅は一端側から他端側に掛けてほぼ等幅である。図15(c)、(d)に示す各表面実装型アンテナ1は上記相違点を除いてほぼ同様な構成である。

【0109】上記図15(a)～(d)に示す各表面実装型アンテナ1では、給電放射電極3の電流の流れのベクトル方向は図の矢印Aに示す方向であり、無給電放射電極20の電流の流れのベクトル方向は図の矢印Bに示す方向であり、給電放射電極3の電流の流れのベクトル方向Aと無給電放射電極20の電流の流れのベクトル方向Bは略直交方向と成している。

【0110】このように、給電放射電極3の電流の流れのベクトル方向Aと無給電放射電極20の電流の流れのベクトル方向Bとが略直交方向と成していることにより、給電放射電極3と無給電放射電極20は互いに相互干渉を引き起こすことなく、安定して複共振状態を作り出すことができることとなり、広帯域化の実現と共に、周波数特性の信頼性が高い表面実装型アンテナ1を提供することができる。

【0111】さらに、図16(a)、(b)に示す各表面実装型アンテナ1は非グランド実装・直接励振入/4共振型のものである。図16(a)では、ミアンダ状の無給電放射電極20は誘電体基体2の上面2aから側面2dに掛けて形成されているのに対して、図16(b)では、ミアンダ状の無給電放射電極20は誘電体基体2の側面2cに形成されており、図16(a)、(b)に示す各表面実装型アンテナ1は上記相違点を除いてほぼ

同様な構成である。

【0112】さらに、図16(c)、(d)に示す各表面実装型アンテナ1はグラウンド実装・直接励振入/4共振型のものである。図16(c)では、ミアンダ状の無給電放射電極20は誘電体基体2の側面2dに形成されているのに対して、図16(d)では、ミアンダ状の無給電放射電極20は上記誘電体基体2の上面2aと側面2eに渡って形成されている。また、図16(c)では、給電放射電極3は給電端子5側からミアンダ状のパターン4に向かうに従って幅が広がっているのに対し、図16(d)では、給電放射電極3の幅は一端側から他端側に掛けてほぼ等幅である。図16(c)、

(d)に示す各表面実装型アンテナ1は上記相違点を除いてはほぼ同様な構成である。

【0113】上記図16(a)~(d)に示す各具体例では、給電放射電極3の最大電界領域は破線 $\alpha$ により囲まれた領域であり、無給電放射電極20の最大電界領域は破線 $\beta$ により囲まれた領域であり、それら給電放射電極3の最大電界領域 $\alpha$ と無給電放射電極20の最大電界領域 $\beta$ は離されて形成されている。この図16(a)~(d)に示す各具体例の如く、上記給電放射電極3と無給電放射電極20の各最大電界領域 $\alpha$ 、 $\beta$ が離されて形成されることによって、給電放射電極3と無給電放射電極20は互いに相互干渉を起こすことなく、安定した複共振状態を得ることができ、確実に広帯域化を図ることが可能となる。

【0114】図17(a)~(c)に示す各具体例では、前述したように、2個の無給電放射電極20a、20bが設けられており、より一層の広帯域化を図ることが容易な構成を備えている。図17(a)~(c)に示す各具体例では、図に示すように、無給電放射電極20a、20bの形状や形成位置に相違点があり、それ以外はほぼ同様な構成を備えている。

【0115】この第6の実施形態例によれば、給電放射電極3と無給電放射電極20が設けられて複共振状態によって広帯域化を図る表面実装型アンテナ1においても、給電放射電極3に上記各実施形態例の特有な構成を備えることで、上記各実施形態例と同様な効果を奏することができる。

【0116】なお、上記図15~図17に示す各具体例では、給電放射電極3における高次モードの最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を付加する構成であったが、もちろん、無給電放射電極が設けられている表面実装型アンテナにおいて、例えば、高次モードではなく、基本モードの最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局所的に付与する構成としてもよい。また、上記第2の実施形態例に示したように、給電放射電極3における基本モードと高次モードの両方の最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局所的に付与する構成としてもよい。

【0117】さらに、上記第3の実施形態例に示したように並列容量成分Cを利用したり、上記第4の実施形態例に示したように等価的直列インダクタンス付加用高誘電率誘電体を利用したり、上記第1~第4の各実施形態例の2つ以上を組み合わせた構成を設けて、基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局所的に付与する構成としてもよい。

【0118】また、上記図15~図17に示す各表面実装型アンテナ1は、何れも、直接励振型であったが、もちろん、直接励振型以外の例えば容量給電型のものや、ヘリカル型や逆Fタイプ等の複共振タイプの表面実装型アンテナ1においても、上記各実施形態例と同様な構成を備えることによって、上記各実施形態例と同様な効果を奏することができる。

【0119】以下に、第7の実施形態例を説明する。この第7の実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0120】この第7の実施形態例において特徴的なことは、給電放射電極3と無給電放射電極20が共に設けられている表面実装型アンテナ1において、給電放射電極3だけではなく、無給電放射電極20にも基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域Zに上記各実施形態例に示したと同様な構成を用いて直列インダクタンス成分を局所的に付加する構成としたことである。換言すれば、この第7の実施形態例では、無給電放射電極20は、給電放射電極3と同様に、単位長さ当たりの電気長の長い領域と電気長の短い領域が交互に直列に設けられている構成と成している。

【0121】その構成を持つ表面実装型アンテナ1の具体例が図19(a)~(c)、図20(a)、(b)に示されている。これら図19(a)~(c)、図20(a)、(b)に示す各表面実装型アンテナ1では、給電放射電極3にはミアンダ状のパターン4が、また、無給電放射電極20にはミアンダ状のパターン21がそれぞれ部分的に形成されており、それらミアンダ状のパターン4、21によって、給電放射電極3と無給電放射電極20の各高次モードの最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分が局所的に付加されている。

【0122】なお、上記図19(a)~(c)に示す各表面実装型アンテナ1はグラウンド実装・直接励振入/4共振型のものであり、図19(a)、(c)では、給電放射電極3の電流の流れのベクトル方向Aと無給電放射電極20の電流の流れのベクトル方向Bとが略直交方向と成しており、給電放射電極3と無給電放射電極20の相互干渉を防止して安定した複共振状態を得ることができるものである。また、同時に、図19(a)~(c)では、給電放射電極3の最大電界領域 $\alpha$ と無給電放射電極20の最大電界領域 $\beta$ とが離されて形成されており、

上記同様に、給電放射電極3と無給電放射電極20の相互干渉を防止して安定した複共振状態を得ることができるものである。

【0123】また、図20(a)、(b)の各表面実装型アンテナ1は非グランド実装・直接励振λ/4共振型のものであり、図20(a)では、上記図19(a)、(c)と同様に、給電放射電極3の電流の流れのベクトル方向Aと無給電放射電極20の電流の流れのベクトル方向Bとが略直交方向と成している。また、図20

(b)では、上記図19(a)～(c)と同様に、給電放射電極3の最大電界領域αと無給電放射電極20の最大電界領域βとが離されて形成されている。図20(a)、(b)は上記のような構成を備えることによって、上記したように、給電放射電極3と無給電放射電極20の相互干渉を防止して安定した複共振状態を得ることができる。

【0124】この第7の実施形態例によれば、複共振タイプの表面実装型アンテナ1において、給電放射電極3だけでなく、無給電放射電極20に関しても、上記各実施形態例に示したと同様の構成を設けて無給電放射電極20に直列インダクタンス成分を局所的に付加させる構成とした。このため、無給電放射電極20の共振周波数の可変設定が容易となり、より一層簡単に、マルチバンド対応等のニーズに合った表面実装型アンテナ1を提供することができることとなる。

【0125】なお、この第7の実施形態例では、図19(a)～(c)、図20(a)、(b)に各具体例を示したが、もちろん、上記図19(a)～(c)、図20(a)、(b)に示す各具体例に限定されるものではない。例えば、上記図19(a)～(c)、図20(a)、(b)に示す各具体例では、給電放射電極3と無給電放射電極20の各高次モードの最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局所的に付加する構成であったが、例えば、高次モードではなく、基本モードの最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局所的に付与してもよいし、基本モードと高次モードの両方の最大共振電流領域Zに直列インダクタンス成分を局所的に付加してもよい。

【0126】また、ミアンダ状のパターンを利用して直列インダクタンス成分を付加するのではなく、上記並列容量を利用したり、等価的直列インダクタンス付加用誘電体を利用する等の上記各実施形態例に示したその他の手段により、直列インダクタンス成分を局所的に付加してもよい。

【0127】さらに、上記図19(a)～(c)、図20(a)、(b)に示す各具体例は直接励振型であったが、容量給電型のものや、ヘリカルタイプのものや、逆Fタイプのもの等の複共振タイプの表面実装型アンテナ1において、上記第7の実施形態例と同様の構成を設けてもよく、上記同様の優れた効果を奏することができる

る。

【0128】以下に、第8の実施形態例を説明する。この第8の実施形態例では、通信装置の構成例を示す。この第8の実施形態例における通信装置は、図21に示すように、携帯型電話機である。この携帯型電話機30のケース31内には回路基板32が内蔵されており、この回路基板32に上記各実施形態例に示した特有な構成を備えた表面実装型アンテナ1が実装されている。

【0129】また、上記携帯型電話機30の回路基板32には、図21に示すように、送信回路33と受信回路34と送受信切り換え回路35が形成されている。上記表面実装型アンテナ1は、回路基板32に実装されることにより、上記送信回路33および受信回路34に送受信切り換え回路35を介して導通接続される。この携帯型電話機30においては、上記送受信切り換え回路35の切り換え動作によって、送受信動作が円滑に行われるものである。

【0130】この第8の実施形態例によれば、携帯型電話機30に前記各実施形態例に示した特有な構成を備えたデュアルバンド対応タイプの表面実装型アンテナを装備したので、1つの表面実装型アンテナ1を設けるだけで、異なる2つの周波数帯域の信号の送受信を行うことができる。その上に、給電放射電極3における基本モードと高次モードの各共振周波数がほぼ設定の周波数となっているので、アンテナ特性の信頼性が高い通信装置を提供することができる。

【0131】また、上記各実施形態例で述べたように、上記各実施形態例に示す特有な構成を備えることによって、表面実装型アンテナ1は安価で提供することが可能であり、その安価な表面実装型アンテナ1を備えることにより、通信装置の低コスト化を図ることが容易となる。

【0132】なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記第8の実施形態例では、通信装置として携帯型電話機30を例にして説明したが、この発明は、携帯型電話機以外の無線通信装置に適用することが可能なものである。

【0133】

【発明の効果】この発明によれば、表面実装型アンテナの給電放射電極の電流経路上には、単位長さ当たりの電気長の長い領域と電気長の短い領域とが交互に直列に設けられているので、基本モードと高次モードの共振周波数差を大きく変化させて制御することができることとなる。特に、表面実装型アンテナの給電放射電極における基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域に直列インダクタンス成分が局所的に付加されて電気長の長い領域が形成されている場合には、上記基本モードと高次モードの共振周波数差を精度良く制御することができることとなる。

【0134】また、その直列インダクタンス成分の大きさを変更設定するだけで、基本モードと高次モードとをそれぞれ独立させた状態で上記直列インダクタンス成分が付加されたモードの共振周波数の調整設定を行うことができ、基本モードと高次モードの各共振周波数の変更設定が容易となり、マルチバンド対応のアンテナ設計の自由度が拡大する。

【0135】上記のことにより、所望の周波数特性を持つ表面実装型アンテナを簡単に効率良く設計することができる。しかも、上記直列インダクタンス成分により共振周波数を設定する方式では、共振周波数の制御を容易、かつ、精度良く行うことができるので、表面実装型アンテナの品質および信頼性を向上させることができる上に、安価で提供することができるという画期的な効果を奏することができる。

【0136】電気長の長い領域を構成するための直列インダクタンス成分が給電放射電極に形成したミアンダ状のパターンであるものや、並列容量成分によって等価的な直列インダクタンス成分が付加されているものや、誘電率が大の等価的直列インダクタンス付加用誘電体が局所的に設けられて直列インダクタンス成分が付加されているものにおいては、表面実装型アンテナを大型化することなく、上記の如く基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域に直列インダクタンス成分を付加させることができる。また、その直列インダクタンス成分を大きく変更することが容易な構成であることから、上記直列インダクタンス成分が付加されたモードの共振周波数の変更可能な制御範囲が広くなり、共振周波数を広範囲で調整設定することが可能となる。

【0137】また、給電放射電極がヘリカルパターンであり、基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域にはヘリカルライン間隔が局所的に狭められて直列インダクタンス成分が付加される構成ものにおいては、ヘリカルタイプの表面実装型アンテナにおいても、上記したと同様の優れた効果を奏することができる。また、給電放射電極と共に無給電放射電極が設けられた複共振タイプのものであっても、上記したように、給電放射電極における基本モードと高次モードの一方あるいは両方の最大共振電流領域に直列インダクタンス成分を付与する構成を備えることによって、上記同様の優れた効果を奏することができる。

【0138】さらに、複共振タイプの表面実装型アンテナにおいて、給電放射電極だけでなく、無給電放射電極にも、上記同様に直列インダクタンス成分を付加する構成を備えたものや、無給電放射電極が電気長の長い領域と電気長の短い領域が交互に直列に設けられているものにおいては、給電放射電極だけでなく、無給電放射電極に関しても、上記の如く、共振周波数の調整設定が容易となり、確実に複共振状態を作り出して所望の周波数特性を持ち、かつ、広帯域化が図られた表面実装型アン

テナを効率良く、しかも、安価で提供することができる。

【0139】さらに、複共振タイプの表面実装型アンテナにおいて、給電放射電極の電流の流れのベクトル方向と無給電放射電極の電流の流れのベクトル方向とは略直交方向と成している、あるいは電界最大領域を遠ざけるものにおいては、給電放射電極と無給電放射電極が相互干渉を引き起こすのを防止することができ、安定した複共振状態を得ることができる。

【0140】さらに、上記したような効果を奏することができる表面実装型アンテナを備えた通信装置にあっては、アンテナ特性の信頼性の高い通信装置を安価で提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る表面実装型アンテナの第1の実施形態例を示す説明図である。

【図2】表面実装型アンテナの給電放射電極における一般的な電流分布と電圧分布の一例を各モード毎に示すグラフである。

【図3】第1の実施形態例において特徴的なミアンダ状のパターンのミアンダライン本数の変化に対する共振周波数の変動例を示す説明図である。

【図4】ミアンダ状のパターンにおけるミアンダライン間に生じる容量を模式的に示す説明図である。

【図5】表面実装型アンテナの周波数特性の一例を示す説明図である。

【図6】第1の実施形態例における特有な構成をグラウンド実装・直接励振入／4共振型の表面実装型アンテナに適用した場合の一例を示す説明図である。

【図7】第1の実施形態例における特有な構成をグラウンド実装・容量給電入／4型の表面実装型アンテナに適用した場合の一例を示す説明図である。

【図8】第1の実施形態例における特有な構成を逆F型の表面実装型アンテナに適用した場合の一例を示す説明図である。

【図9】本発明に係る表面実装型アンテナの第2の実施形態例を示す説明図である。

【図10】給電放射電極における基本モードの最大共振電流領域に形成されたミアンダ状のパターンのミアンダライン本数の変化に対する共振周波数の変動を表す説明図である。

【図11】電流の通電経路に並列に容量成分を付加することによって電流の通電経路に直列にインダクタンス成分を付加することができることを説明する図である。

【図12】本発明に係る表面実装型アンテナの第3の実施形態例を示す説明図である。

【図13】本発明に係る表面実装型アンテナの第4の実施形態例を示す説明図である。

【図14】本発明に係る表面実装型アンテナの第5の実施形態例を示す説明図である。

【図15】本発明に係る表面実装型アンテナの第6の実

施形態例を示す説明図である。

【図16】引き続き、本発明に係る表面実装型アンテナの第6の実施形態例を示す説明図である。

【図17】さらに引き続き、本発明に係る表面実装型アンテナの第6の実施形態例を示す説明図である。

【図18】図15～図17に示す各表面実装型アンテナの周波数特性の例を示すグラフである。

【図19】本発明に係る表面実装型アンテナの第7の実施形態例を示す説明図である。

【図20】引き続き、本発明に係る表面実装型アンテナの第7の実施形態例を示す説明図である。

【図21】本発明に係る通信装置の一例を示す説明図である。

\*

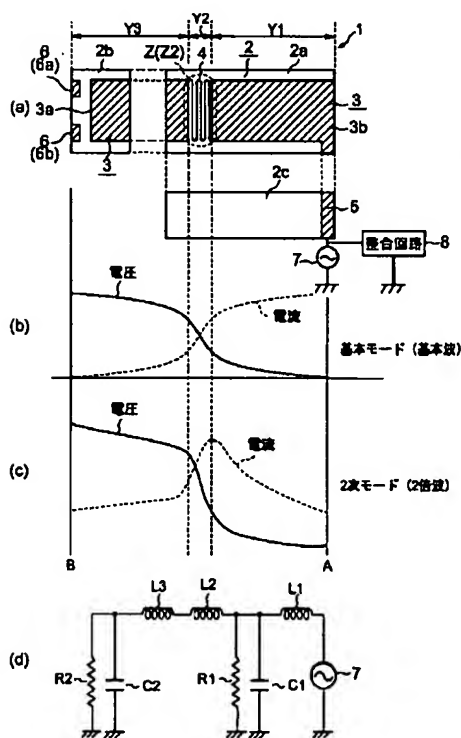
\*【図22】提案例を示す説明図である。

【符号の説明】

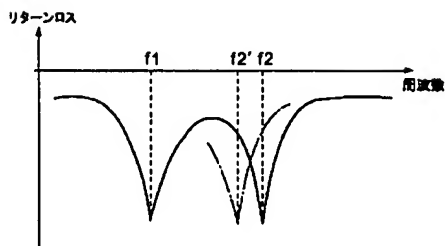
- 1 表面実装型アンテナ
- 2 誘電体基体
- 3 給電放射電極
- 4, 10, 21 ミアンダ状のパターン
- 5 給電端子
- 9 グランド短絡端子
- 14 並列容量装荷用電極
- 15 a, 15 b 誘電体片
- 20 無給電放射電極
- 30 携帯型電話機

\*

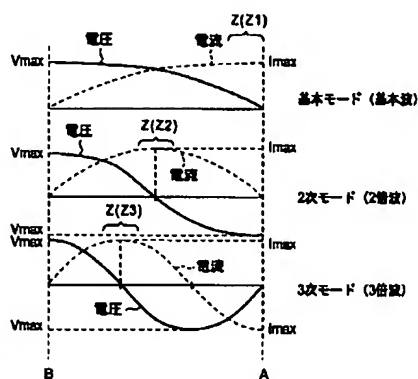
【図1】



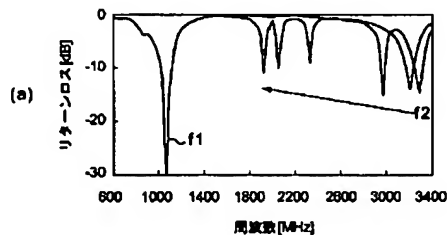
【図5】



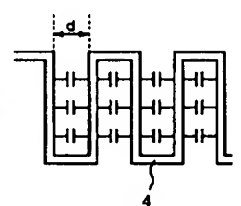
【図2】



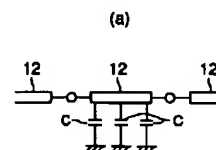
【図3】



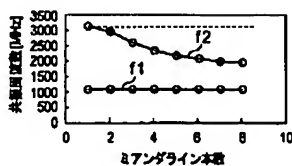
【図4】



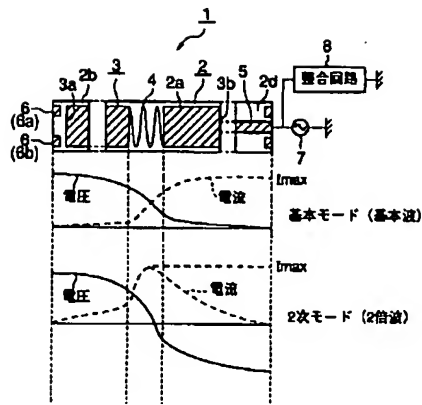
【図11】



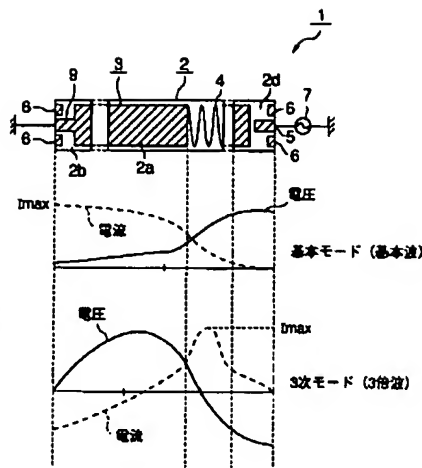
(b)



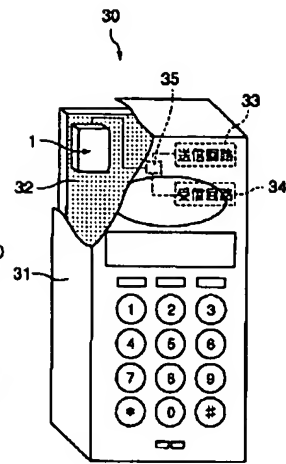
【図6】



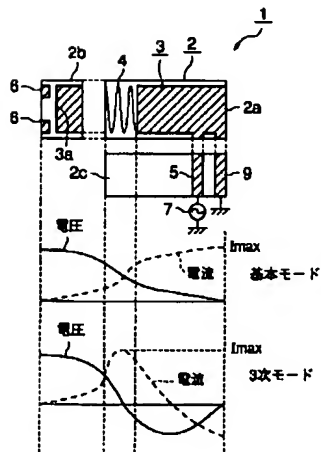
【図7】



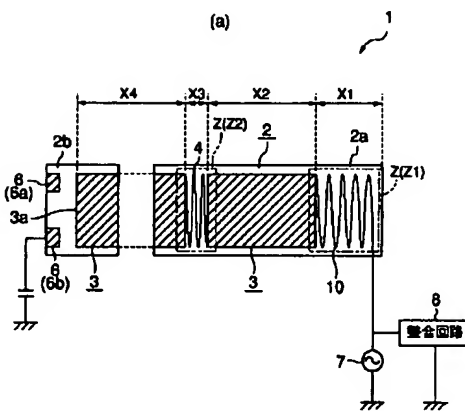
【図21】



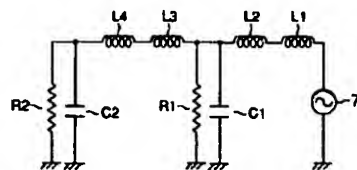
【図8】



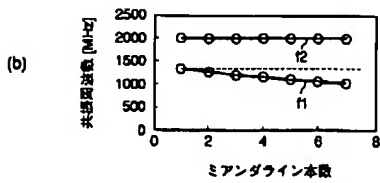
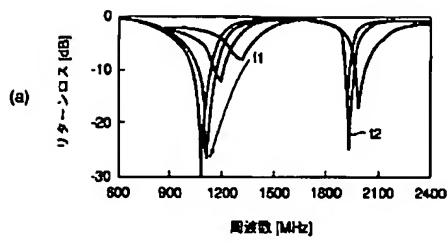
【図9】



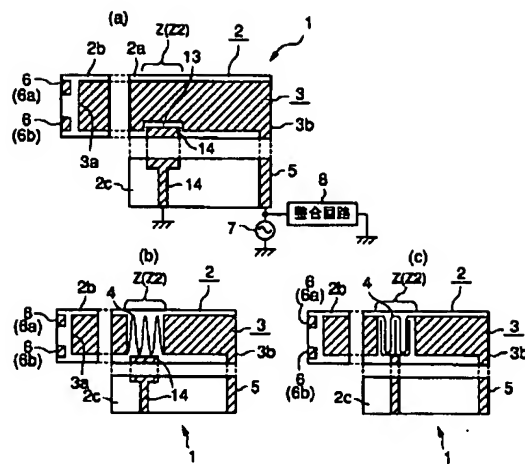
(b)



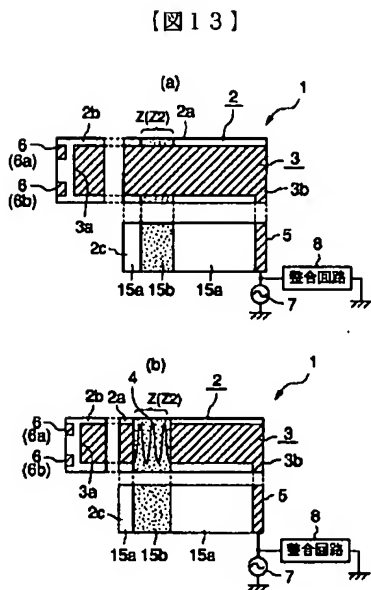
【図10】



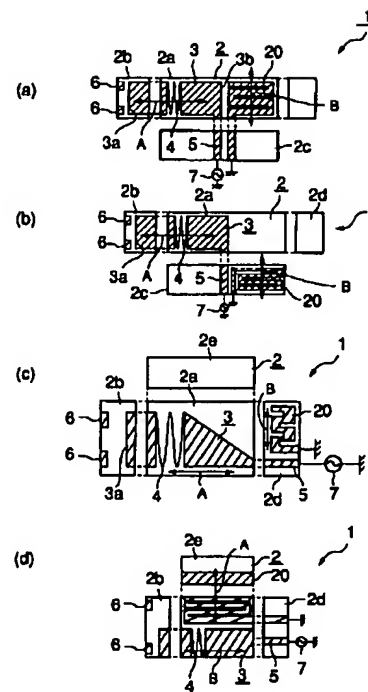
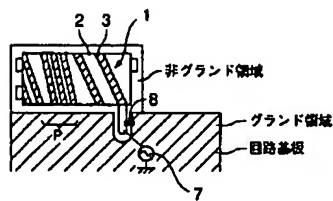
【図12】



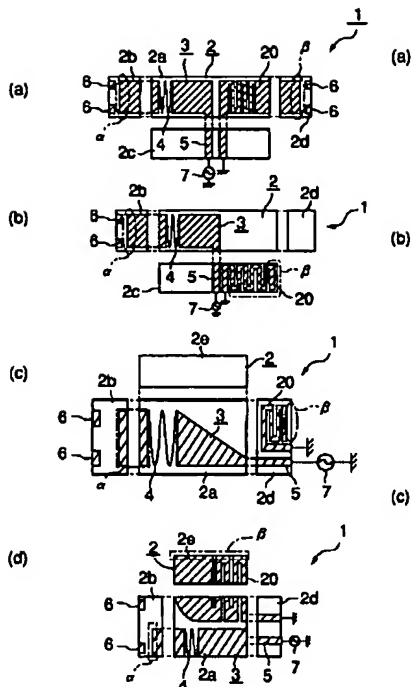
【図15】



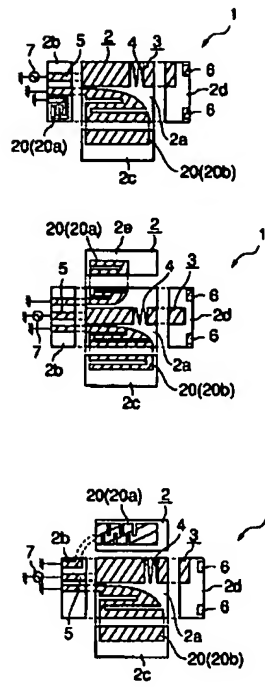
【図14】



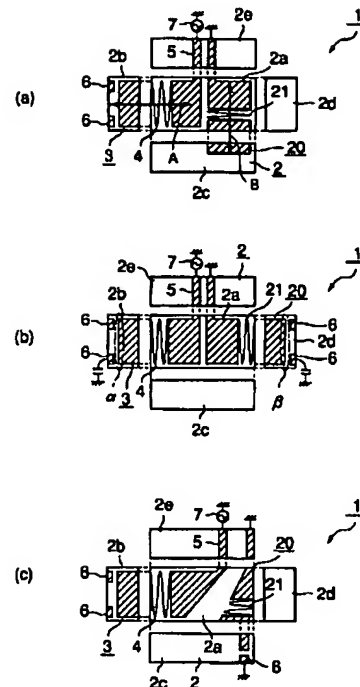
【図16】



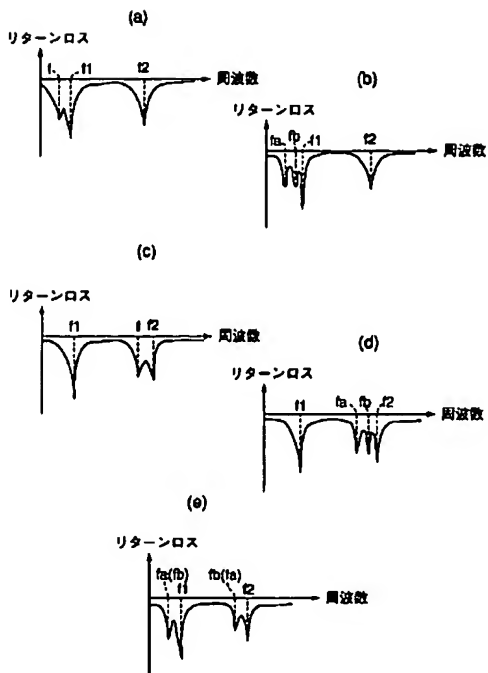
【図17】



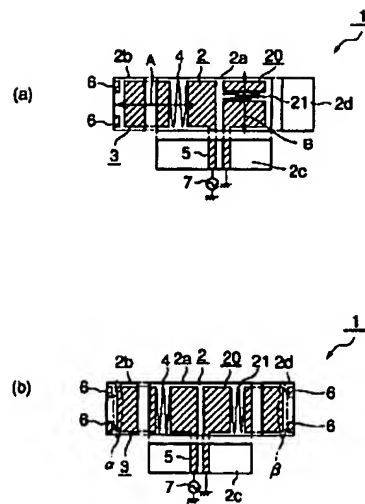
【図19】



【図18】

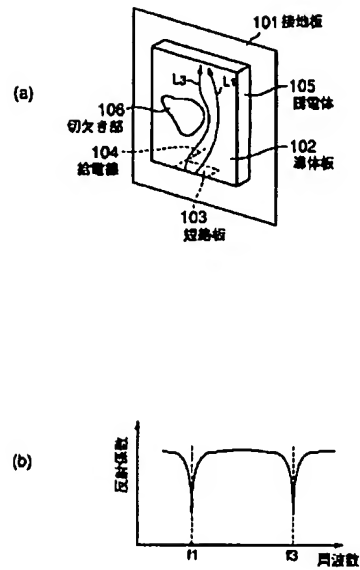


【図20】





【図22】




---

フロントページの続き

(72)発明者 椿 信人  
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
 会社村田製作所内  
 (72)発明者 石原 尚  
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
 会社村田製作所内

(72)発明者 尾仲 健吾  
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
 会社村田製作所内  
 F ターム(参考) SJ021 AA01 AB06 CA03 DB03 FA09  
 GA08 HA05 HA10 JA03  
 SJ045 AA03 DA10 DA12 EA07 NA01  
 SJ046 AA03 AB13 PA04 PA07  
 SJ047 AA03 AB13 FD01